This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

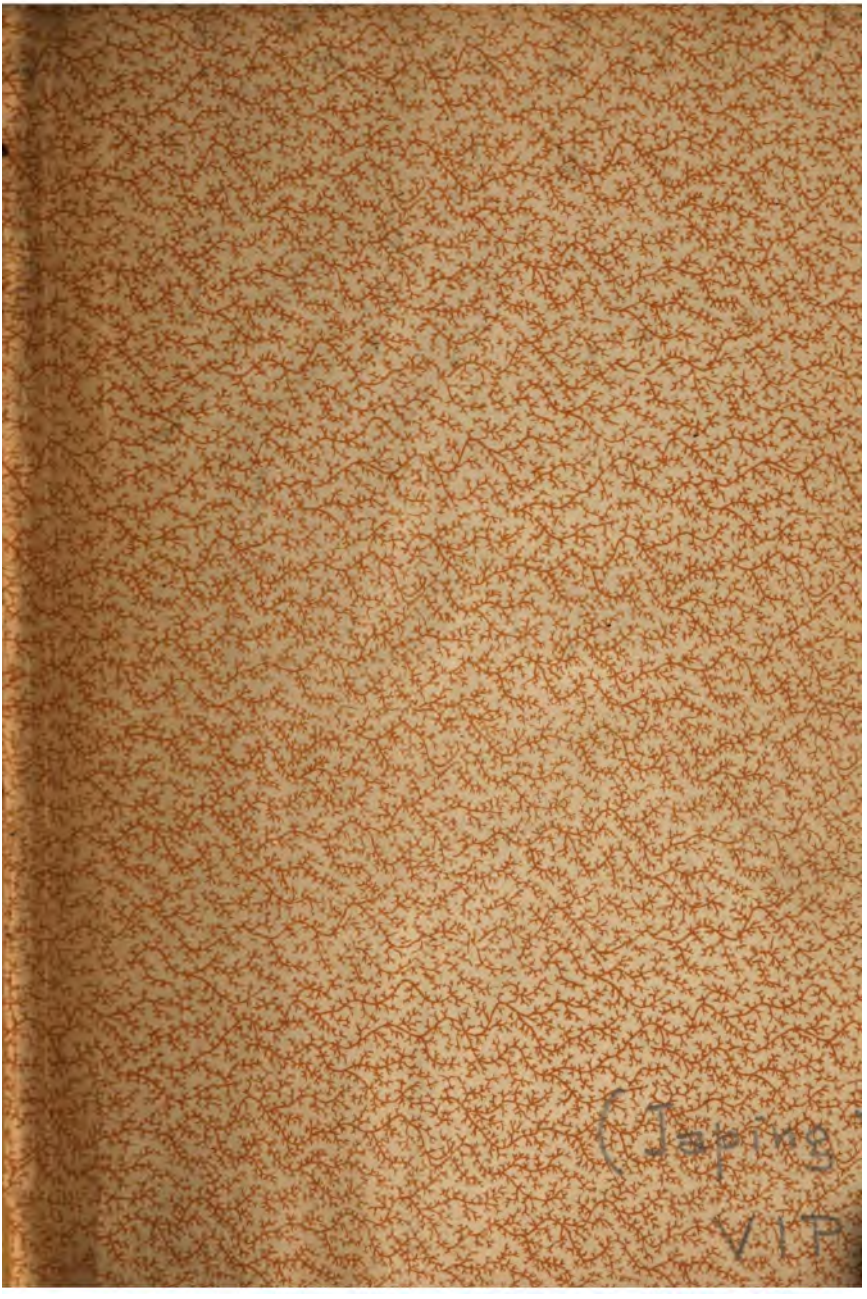
+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

NYPL RESEARCH LIBRARIES
3 3433 06637967 2


(Japing
VIP

369

G672
J

Die Darstellung
des
Eisens und der Eisenfabrikate.

Handbuch

für Hüttenleute und sonstige Eisenarbeiter, für Techniker, Händler mit Eisen und Metallwaaren, für Gewerbe- und Fachschulen etc.

Von

Eduard Japing,

dipl. Ingenieur und Redacteur des „Metallarbeiter", früher Eisenwerks-Director.

Mit 73 Abbildungen.

Wien. Pest. Leipzig.
A. Hartleben's Verlag.
1881.

Alle Rechte vorbehalten.

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
491626
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS.
R 1910 L

Druck von Friedrich Jasper in Wien.

Vorwort.

Die ursprüngliche Absicht beim Ausarbeiten des vorliegenden Werkes über »Eisen und Eisenwaaren« war, dem Eisenhändler ein Handbuch zu liefern, mit Regeln und Angaben über die beste Beschaffenheit der zahlreichen, von ihm zu führenden Artikel. So sehr reichhaltig die dermalige Literatur über das Eisen und die daraus hergestellten Gegenstände auch ist — ein Werk, welches beide vom speciell kaufmännischen Standpunkte aus behandelt, ist unseres Wissens weder in deutscher, noch in einer anderen Sprache vorhanden.

Die sonst so sehr verdienstlichen Werke über Waarenkunde im Allgemeinen bieten gerade in Bezug auf das Eisen nur sehr spärliche und praktisch wenig verwendbare Notizen, und unsere ausgezeichneten technologischen Werke stehen ohne Ausnahme auf dem Standpunkte des Fabrikanten, was Metalle betrifft, auf dem des Hüttentechnikers.

Selbstverständlich aber durfte in einem Werke von den vorbeschriebenen Zielen und Tendenzen die Erzeugung des Artikels selbst nicht ganz übergangen werden, da der Eisenhändler eine genaue Kenntniß seiner Waaren nur dann erlangen kann, wenn er über die Natur des Stoffes und über die wichtigsten Vorgänge bei der Darstellung und weiteren Verarbeitung desselben unterrichtet ist. Zweckmäßigkeitsgründe führten zu einer Abtrennung des technischen Theiles von dem Hauptwerke, und nachdem diese einmal beschlossen war, lag es nahe, den Rahmen des ersteren zu erweitern, dasselbe zu einem für sich selbstständigen Ganzen abzurunden und ihm auch alles, für den praktischen Techniker, Handwerker, Fabrikanten ꝛc. Wissenswerthe einzuverleiben. Er sollte mit Beiseitelassung aller theoretischen Erwägungen gewissermaßen einen populär gehaltenen Auszug aus den großen Werken bieten, deren wesentlichen Inhalt so für weitere Kreise zugänglich machen und den neuesten Erfindungen und Erfahrungen gemäß bis zum Augenblicke des Erscheinens fortführen. — Wie weit dem Verfasser die Erreichung dieses Zieles gelungen, möge dem Urtheil des Publikums überlassen bleiben.

Von benutzten Werken seien in erster Linie genannt die neueren Bearbeitungen der classischen Werke von Karmarsch:

Das »Handbuch der mechanischen Technologie« von Ernst Hartig, und

Das »Technische Wörterbuch« von Kick und Gintl. — Ferner:

E. Hoyer, »Lehrbuch der mechanischen Technologie«;

A. Ledebur, »Die Verarbeitung der Metalle auf mechanischem Wege«. Auch dem so vorzüglichen »Fehland's Ingenieurkalender 1881« ist manche Notiz entnommen, sowie »Stühlen's Ingenieurkalender«, dem »Ingenieur-Taschenbuch« vom Verein »Hütte«, verschiedenen Bänden der A. Hartleben'schen »Chemisch-technischen Bibliothek«, sowie den Druckschriften des »technischen Vereines für Eisenhüttenwesen« und des »Vereines deutscher Ingenieure«, deren Mitglied der Verfasser seit 1869 ist.

Aber auch eigene Erfahrungen aus der langjährigen Praxis des Letzteren wird der aufmerksame Leser bald herausfinden und mit jenem Wohlwollen und der Nachsicht aufnehmen, deren die ersten Veröffentlichungen derartiger auf persönlicher Anschauung beruhender Angaben bedürfen.

Die Einschaltung der englischen und französischen Bezeichnungen rechtfertigt sich wohl ohne Weiteres. Einmal kann denn doch weder Deutschland, noch Oesterreich die Erzeugnisse der englischen Eisenindustrie ganz entbehren, Amerika importirt Jahr für Jahr eine große Anzahl Novitäten auf dem Gebiete der Eisen- und Stahlgeräthe und kleinen Maschinen, und Frankreich ist in manchen Kurzwaaren und Gegenständen der Kunstindustrie maßgebend — dann macht aber auch der zunehmende Export die Kenntniß der technischen Ausdrücke in den beiden Weltsprachen für den Kaufmann wünschenswerth, und über den Werth des Studiums der vorzüglichen, namentlich englischen Fachblätter für den Fabrikanten und ausübenden Techniker bedarf es wohl weiter keiner Auseinandersetzung. Immerhin erschien es dem Verfasser gerechtfertigt, die wichtigeren englischen Benennungen, dem allgemeinen Usus entgegen, vor die französischen zu stellen.

Der Verfasser schließt mit dem Wunsche, daß sein Werk recht viele Freunde erwerben und sich denselben als ein praktischer und zuverlässiger Rathgeber erweisen möge.

Wien, im Februar 1881.

Eduard Japing.

I.

Eigenschaften, Classificirung und Vorkommen des Eisens in der Natur.

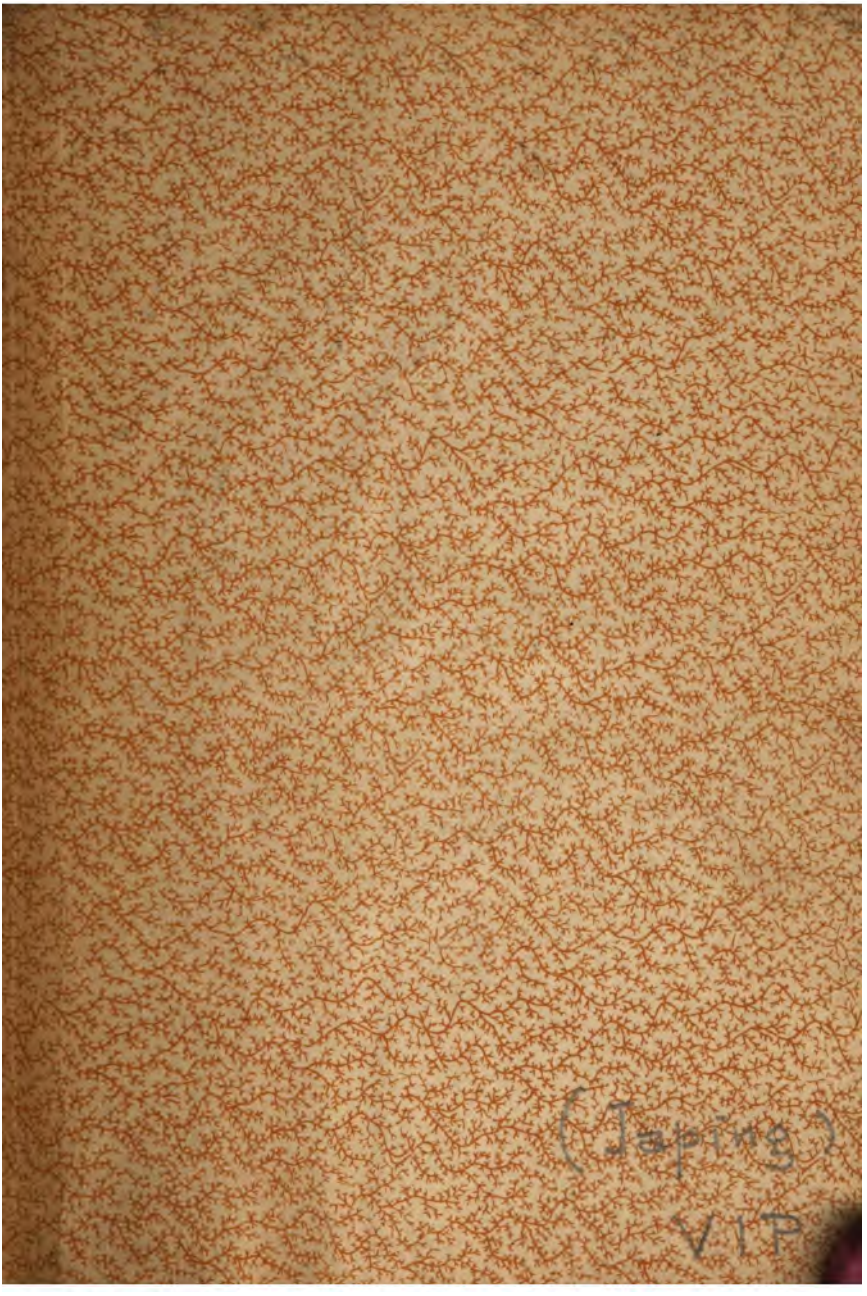
Das Eisen (lateinisch ferrum, englisch iron, französisch fer) ist das am häufigsten und in den größten Massen vorkommende Metall und zugleich auch das für den Menschen wichtigste und nützlichste. Es giebt wohl kaum einen Zweig der menschlichen Thätigkeit, welcher in seiner heutigen Ausbildung ohne Eisen bestehen könnte. Während aber die werthvollen Eigenschaften anderer Metalle um so mehr hervortreten, je näher sie dem Zustande chemischer Reinheit kommen, hat chemisch reines Eisen (Fe = 28), abgesehen von den großen Schwierigkeiten seiner Herstellung, nur ein wissenschaftliches Interesse. Erst durch die Verbindung mit einer Reihe anderer Stoffe, vorzugsweise mit Kohlenstoff, nimmt das Eisen jene Eigenschaften an, welche es für die Civilisation unentbehrlich machen. Je nach dem Gehalte an solchen fremden Stoffen unterscheiden wir drei Hauptsorten von praktisch verwendbarem Eisen: Roheisen, Schmiedeeisen und Stahl, deren jede, ihr allein zukommende, für die weitere Verarbeitung wichtige Eigenschaften besitzt. Indessen nähern sich manche Stahlsorten in ihren Eigenschaften denen des Schmiedeeisens und andere wieder denen des Roheisens, so daß die Grenzlinien sich verwischen und bei manchen

Mittelgliedern Zweifel entstehen können, wohin sie zu rechnen sind. Dasselbe gilt mehr oder weniger auch von den später zu erwähnenden Modificationen jeder der drei Hauptsorten unter sich; dieselben gehen vielfach in einander über, und classificationssüchtigen Fachleuten bietet sich reiche Gelegenheit zur Unterscheidung und Benennung von Spiel- und Abarten; es hat dies aber höchstens einen localen Werth, wogegen die unten angegebenen Bezeichnungen für die auffallendsten Abweichungen allgemein adoptirt sind. — Auf eine neuerdings vorgeschlagene abweichende Classificirung kommen wir später noch zurück.

Das Roh- oder Gußeisen (englisch pig, crude oder cast iron, französisch fer fondu, fonte crue oder einfach fonte) hat von den genannten drei Modificationen den höchsten Gehalt an fremden Beimengungen und die wichtige Eigenschaft, schon in der Weißglühhitze zu schmelzen. Das specifische Gewicht schwankt von 7·0—7·5 und ist für Berechnungen mit 7·25 anzunehmen. Nach dem von 3—5½ Procent schwankenden Kohlenstoffgehalt, nach der Art und Weise, wie dieser mit dem Eisen verbunden und nach der dadurch hervorgerufenen Farbe der frischen Bruchflächen unterscheidet man wieder graues und weißes Roheisen. Im weißen Roheisen (white pig iron, fonte blanche) ist der ganze Kohlenstoff chemisch mit dem Eisen verbunden, im grauen (grey pig iron, fonte grise) dagegen nur ein Theil desselben, während der Rest als mechanisch eingemengter Graphit, oft in deutlich erkennbaren Blättchen vorhanden ist. Graues Roheisen unterscheidet sich vom weißen auch durch mehr oder weniger körniges Gefüge auf der Bruchfläche, geringere Härte und Sprödigkeit, und zwar nehmen mit dem Dunklerwerden der Farbe die letztgenannten Eigenschaften gleichmäßig ab, während das Korn immer gröber und glän-

zender wird bis zum schwarzen, übergaren Eisen kishy pig iron — fonte noir), welches sehr weich, mürbe, also praktisch nicht mehr verwendbar ist und nur unabsichtlich erzeugt wird. Graues, gares Roheisen, Gußeisen (grey pig iron, fonte grise, tendre) zeichnet sich durch eine Reihe vorzüglicher Eigenschaften aus, welche es namentlich für Gußwaaren zum besten Rohmaterial machen. Unter den Nüancen des weißen Roheisens ist die kohlenstoffreichste das Spiegeleisen, auch Rohstahleisen, Hartfloß, Spiegelfloß, dickgrelles Eisen ꝛc. genannt (spigle iron, fonte miroitante). Dasselbe zeigt blätterig-krystallinische Textur, beim Zerschlagen große spiegelige Flächen, ist sehr hart und spröde und schmilzt dickflüssig ein. Mit Abnahme des Kohlenstoffgehaltes tritt die krystallinische Textur zurück und geht in eine mehr strahligblumige oder körnige über. Erstere Spielart, das blumige Roheisen, ist bläulich-grauer, letztere, das Weißeiseu, grelles oder dünngrelles Eisen, hell weißgrauer Farbe und von unbestimmtem, oft etwas porösem Bruchansehen; zwischen beiden steht das groß- und kleinluckige Eisen, Weichfloß, mit bläulichweißer Farbe und feinzackiger, sehr poröser bis löcheriger Bruchfläche.

Als ein Gemenge von Weißeisen und grauem garen Eisen präsentirt sich das halbirte Roheisen (mottled iron — fonte truitée) und spricht man je nach dem Vorherrschen der einen oder anderen Eisensorte auf der Bruchfläche von stark und schwach halbirtem Roheisen. — Für die praktische Anwendung ist zu merken, daß weißes Roheisen im Allgemeinen bei geringerer Temperatur aber dickflüssig, graue Sorten erst bei höheren Hitzegraden, dafür aber sehr dünnflüssig einschmelzen. — Graues Roheisen ist zuweilen völlig glanzlos und matt und weißes zeigt oft beinahe steinigen Bruch; beides dürfte von starken erdigen Bei-


(Japing)
VIP

369

G672
J

Die Darstellung
des
Eisens und der Eisenfabrikate.

Handbuch

für Hüttenleute und sonstige Eisenarbeiter, für Techniker, Händler mit Eisen und Metallwaaren, für Gewerbe- und Fachschulen etc.

Von

Eduard Japing,

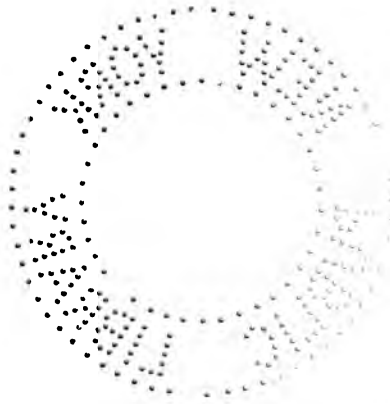
dipl. Ingenieur und Redacteur des „Metallarbeiter", früher Eisenwerks-Director.

Mit 73 Abbildungen.

Wien. Pest. Leipzig.
A. Hartleben's Verlag.
1881.

Alle Rechte vorbehalten.

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
491626
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS.
R 1910 L



Druck von Friedrich Jasper in Wien.

Vorwort.

Die ursprüngliche Absicht beim Ausarbeiten des vorliegenden Werkes über »Eisen und Eisenwaaren« war, dem Eisenhändler ein Handbuch zu liefern, mit Regeln und Angaben über die beste Beschaffenheit der zahlreichen, von ihm zu führenden Artikel. So sehr reichhaltig die dermalige Literatur über das Eisen und die daraus hergestellten Gegenstände auch ist — ein Werk, welches beide vom speciell kaufmännischen Standpunkte aus behandelt, ist unseres Wissens weder in deutscher, noch in einer anderen Sprache vorhanden.

Die sonst so sehr verdienstlichen Werke über Waarenkunde im Allgemeinen bieten gerade in Bezug auf das Eisen nur sehr spärliche und praktisch wenig verwendbare Notizen, und unsere ausgezeichneten technologischen Werke stehen ohne Ausnahme auf dem Standpunkte des Fabrikanten, was Metalle betrifft, auf dem des Hüttentechnikers.

Selbstverständlich aber durfte in einem Werke von den vorbeschriebenen Zielen und Tendenzen die Erzeugung des Artikels selbst nicht ganz übergangen werden, da der Eisenhändler eine genaue Kenntniß seiner Waaren nur dann erlangen kann, wenn er über die Natur des Stoffes und über die wichtigsten Vorgänge bei der Darstellung und weiteren Verarbeitung desselben unterrichtet ist. Zweckmäßigkeitsgründe führten zu einer Abtrennung des technischen Theiles von dem Hauptwerke, und nachdem diese einmal beschlossen war, lag es nahe, den Rahmen des ersteren zu erweitern, dasselbe zu einem für sich selbstständigen Ganzen abzurunden und ihm auch alles, für den praktischen Techniker, Handwerker, Fabrikanten ꝛc. Wissenswerthe einzuverleiben. Er sollte mit Beiseitelassung aller theoretischen Erwägungen gewissermaßen einen populär gehaltenen Auszug aus den großen Werken bieten, deren wesentlichen Inhalt so für weitere Kreise zugänglich machen und den neuesten Erfindungen und Erfahrungen gemäß bis zum Augenblicke des Erscheinens fortführen. — Wie weit dem Verfasser die Erreichung dieses Zieles gelungen, möge dem Urtheil des Publikums überlassen bleiben.

Von benutzten Werken seien in erster Linie genannt die neueren Bearbeitungen der classischen Werke von Karmarsch:

Das »Handbuch der mechanischen Technologie« von Ernst Hartig, und

Das »Technische Wörterbuch« von Kick und Gintl. — Ferner:

E. Hoyer, »Lehrbuch der mechanischen Technologie«;

A. Ledebur, »Die Verarbeitung der Metalle auf mechanischem Wege«. Auch dem so vorzüglichen »Fehland's Ingenieurkalender 1881« ist manche Notiz entnommen, sowie »Stühlen's Ingenieurkalender«, dem »Ingenieur-Taschenbuch« vom Verein »Hütte«, verschiedenen Bänden der A. Hartleben'schen »Chemisch-technischen Bibliothek«, sowie den Druckschriften des »technischen Vereines für Eisenhüttenwesen« und des »Vereines deutscher Ingenieure«, deren Mitglied der Verfasser seit 1869 ist.

Aber auch eigene Erfahrungen aus der langjährigen Praxis des Letzteren wird der aufmerksame Leser bald herausfinden und mit jenem Wohlwollen und der Nachsicht aufnehmen, deren die ersten Veröffentlichungen derartiger auf persönlicher Anschauung beruhender Angaben bedürfen.

Die Einschaltung der englischen und französischen Bezeichnungen rechtfertigt sich wohl ohne Weiteres. Einmal kann denn doch weder Deutschland, noch Oesterreich die Erzeugnisse der englischen Eisenindustrie ganz entbehren, Amerika importirt Jahr für Jahr eine große Anzahl Novitäten auf dem Gebiete der Eisen- und Stahlgeräthe und kleinen Maschinen, und Frankreich ist in manchen Kurzwaaren und Gegenständen der Kunstindustrie maßgebend — dann macht aber auch der zunehmende Export die Kenntniß der technischen Ausdrücke in den beiden Weltsprachen für den Kaufmann wünschenswerth, und über den Werth des Studiums der vorzüglichen, namentlich englischen Fachblätter für den Fabrikanten und ausübenden Techniker bedarf es wohl weiter keiner Auseinandersetzung. Immerhin erschien es dem Verfasser gerechtfertigt, die wichtigeren englischen Benennungen, dem allgemeinen Usus entgegen, vor die französischen zu stellen.

Der Verfasser schließt mit dem Wunsche, daß sein Werk recht viele Freunde erwerben und sich denselben als ein praktischer und zuverlässiger Rathgeber erweisen möge.

Wien, im Februar 1881.

Eduard Japing.

I.

Eigenschaften, Classificirung und Vorkommen des Eisens in der Natur.

Das Eisen (lateinisch ferrum, englisch iron, französisch fer) ist das am häufigsten und in den größten Massen vorkommende Metall und zugleich auch das für den Menschen wichtigste und nützlichste. Es giebt wohl kaum einen Zweig der menschlichen Thätigkeit, welcher in seiner heutigen Ausbildung ohne Eisen bestehen könnte. Während aber die werthvollen Eigenschaften anderer Metalle um so mehr hervortreten, je näher sie dem Zustande chemischer Reinheit kommen, hat chemisch reines Eisen (Fe = 28), abgesehen von den großen Schwierigkeiten seiner Herstellung, nur ein wissenschaftliches Interesse. Erst durch die Verbindung mit einer Reihe anderer Stoffe, vorzugsweise mit Kohlenstoff, nimmt das Eisen jene Eigenschaften an, welche es für die Civilisation unentbehrlich machen. Je nach dem Gehalte an solchen fremden Stoffen unterscheiden wir drei Hauptsorten von praktisch verwendbarem Eisen: Roheisen, Schmiedeeisen und Stahl, deren jede, ihr allein zukommende, für die weitere Verarbeitung wichtige Eigenschaften besitzt. Indessen nähern sich manche Stahlsorten in ihren Eigenschaften denen des Schmiedeeisens und andere wieder denen des Roheisens, so daß die Grenzlinien sich verwischen und bei manchen

welche nur schwer vor dem Verhütten abzutrennen sind und den Eisengehalt des Erzes bedeutend herunterdrücken. Uebrigens ist dasselbe schwer schmelz- und reducirbar, liefert aber Eisen von vorzüglichster Qualität.

Eisenglanz, Glaskopf, Rotheisenstein (Eisenoxyd = Fe_2O_3) enthält im Maximum 69·9 Procent metallisches Eisen. Hauptverunreinigungen ungünstiger Natur für die Darstellung des Eisens sind: Quarz, Feldspath und andere Silicate, Schwerspath, seltener Schwefelkies; häufig ist Beimengung von Thon (rother Thoneisenstein). Er ist ebenfalls meist strengflüssig, liefert aber gutes Eisen.

Brauneisenstein, Limonit, brauner Glaskopf (Eisenoxydhydrat = Fe_2O_3, 3HO). Höchster Eisengehalt 59·9 Procent; leicht reducirbar, aber, namentlich wenn jüngerer Bildung, oft reich an arsen-, phosphor- und schwefelsauren Salzen, welche nachtheiligen Einfluß auf die Qualität des Eisens haben. Beimengungen: Kalk, Thon, Quarz und Schwefelkies. Auch Schwarz-, Kalk-, Thon-, Raseneisenstein und manche Bohnerze gehören hierher.

Gelbeisenstein ($Fe_2O_3 + 2HO$) dem vorigen ähnlich. Spielarten: Bohn- und Linsenerze.

Spatheisenstein (kohlensaures Eisenoxydul = FeO, CO_2). Eisengehalt höchstens 48·3 Procent; meist günstige Beimengungen, wie Manganoxyd, Kalk und Magnesia. Mit Thon gemischt, heißt er Sphärosiderit oder Thoneisenstein, tritt außerdem Kohle hinzu, Kohleneisenstein oder Blackband. Er gehört zu den leichtflüssigen, sehr wichtigen Eisenerzen und verliert beim Rösten circa 30 Procent an Gewicht.

Außerdem werden die sich beim Frisch- und Schweißproceß ergebenden Schlacken (Frischschlacken, Schweißschlacken) mit einem Eisengehalt von 50—60 Procent und

sogar die eisenreicheren Garschlacken vom Puddelproceß mit 40—60 Procent Eisen gleichzeitig mit den Erzen zur Gewinnung von Eisen benützt; ebenso die durch Rösten und Auslaugen von dem größten Theile ihres Schwefelgehaltes befreiten Schwefelkiesrückstände, welche sich bei chemischen Fabriken in großen Massen ansammeln und einen sehr bedeutenden Eisengehalt (65—66 Procent) haben.

Die schon anfangs erwähnte, im Jahre 1876 durch eine internationale Commission festgesetzte Nomenclatur der Eisensorten ist folgende:

I. Roheisen (leicht schmelzbar und nicht schmiedbar), 2—6 Procent Kohlenstoff mit den Unterabtheilungen.

A. Weißes Roheisen mit amorphem Kohlenstoff.

B. Gußeisen mit Graphit.

II. Schmiedbares Eisen (schmiedbar und schwer schmelzbar), 0·04—2 Procent Kohlenstoff mit den Unterabtheilungen.

A. Schmiedeeisen (nicht härtbar), 0·04—0·5 Procent Kohlenstoff, dasselbe zerfällt in 1. Schweißeisen, in nicht flüssigem, und 2. Flußeisen, in flüssigem Zustande erhalten.

B. Stahl (härtbar), 0·6—2 Procent Kohlenstoff, welcher wiederum zerfällt in 1. Schweißstahl, in nicht flüssigem, und 2. Flußstahl, in flüssigem Zustande erhalten.

Wir halten uns im Nachfolgenden in der Hauptsache an die frühere Eintheilung.

II.

Darstellung des Roheisens, Schmiedeeisens und Stahls (Eisenhüttenkunde).

Die Kenntniß des Eisens ist schon sehr alt und erstreckt sich über alle Erdtheile und Länder. Während aber heute aus den Erzen in der Hauptsache nur Roheisen gewonnen wird und dieses dann wieder als Rohmaterial für die Darstellung der verschiedenen Sorten Schmiedeeisen und Stahl dient, kannte man ersteres vor dem XVI. Jahrhundert nur wenig und erzeugte Schmiedeeisen und Stahl direct aus den Erzen in ähnlicher Weise, wie es jetzt noch bei der Renn- und Luppenfeuerarbeit geschieht. — Wir classificiren uns nun das Gebiet der Eisenhüttenkunde in folgender Weise:

I. Darstellung von Eisen direct aus den Erzen mit den Unterabtheilungen: a) Roheisen-Gewinnung und b) Rennarbeit zur Gewinnung von Schmiedeeisen und Stahl.

II. Darstellung schmiedbaren Eisens aus Roheisen, und zwar a) vermittelst Oxydation des Kohlenstoffes durch den Sauerstoff der atmosphärischen Luft (Frischarbeit) durch das Herdfrischen, Puddeln und Bessemern; b) durch Glühen von Roheisen in oxydirenden Substanzen: Adouciren, Tempern und Glättstahl-Fabrikation; c) durch Zusammenschmelzen von Roheisen mit Erzen oder Eisenoxyden.

III. Darstellung von Stahl aus Schmiedeeisen. Die Kohlung erfolgt entweder a) durch Glühen mit Kohle, Cementiren und Einsetzen oder b) durch Zusammenschmelzen von Schmiedeeisen mit Roheisen (Martinstahl).

IV. Raffiniren von Schmiedeeisen und Stahl: a) durch Schweißen und Strecken, b) durch Umschmelzen.

Die zur Gewinnung des Roheisens, zum Hochofenproceß erforderliche mechanische Vorbereitung (Aufbereitung) beschränkt sich in der Regel auf die Handscheidung (triage à la main), das Ausklauben der nicht eisenhaltigen (tauben) Gesteinstücke (Gangarten) und Zerkleinern der guten Erzstücke. Letzteres geschieht auch meist mit der Hand und rechnet man als Leistung per Mann und 12stündige Schicht circa 2000 Kgr. harten Magnet- und Rotheisenstein, 2500—3000 mittelharte Erze oder 4—5000 Kgr. milde Erze, wie Raseneisenstein, und endlich 2—2500 Kgr. Kalkstein. Zum Zerkleinern des letzteren, als Zuschlag verwendeten Materiales und theilweise auch für Eisensteine werden vielfach Pochwerke und Walzen angewendet oder besondere Brechmaschinen, auf dem Princip des Kniehebels beruhend (crushing machine — machine à broyer), welche, wenn Handarbeit theuer ist, ganz bedeutende ökonomische Vortheile bieten, andererseits aber auch reiche Erze in unerwünschter Weise zu sehr zerkleinern und zerreiben. — Bohnerze werden meist durch Waschen von den lehmigen Beimengungen getrennt.

Von den chemischen Vorbereitungen, welche eine Auflockerung der Erze und Abscheidung schädlicher Bestandtheile bezwecken, erfolgt die wichtigste, das Rösten (roasting, calcining — grillage), bei Spatheisensteinen und anderen harten Erzen entweder in Haufen (en tas), in Stadeln oder in Oefen. Rösthaufen haben zweckmäßig 3—6 M. Breite an der Grundfläche und 1—3 M. Höhe bei beliebiger Länge; sie ruhen, falls nicht schon das Erz, wie Kohleneisensteine, Brennstoff enthält, auf einer Brennmaterialschicht und brennen mindestens acht Tage. Stadeln sind

gepflasterte Höfe von circa 4 M. hohen Mauern eingeschlossen, mit oder ohne Dach und in Abständen von circa 600 Mm., mit 160 Mm. quadratischen Luftzügen in den Umfassungsmauern und der Sohle versehen; sie gewähren schon eine bessere Brennmaterial-Ausnützung als die allseitig freien Haufen, gebrauchen aber doch noch circa 50 Kgr. Kohlen auf 1 Kbm. Erz.

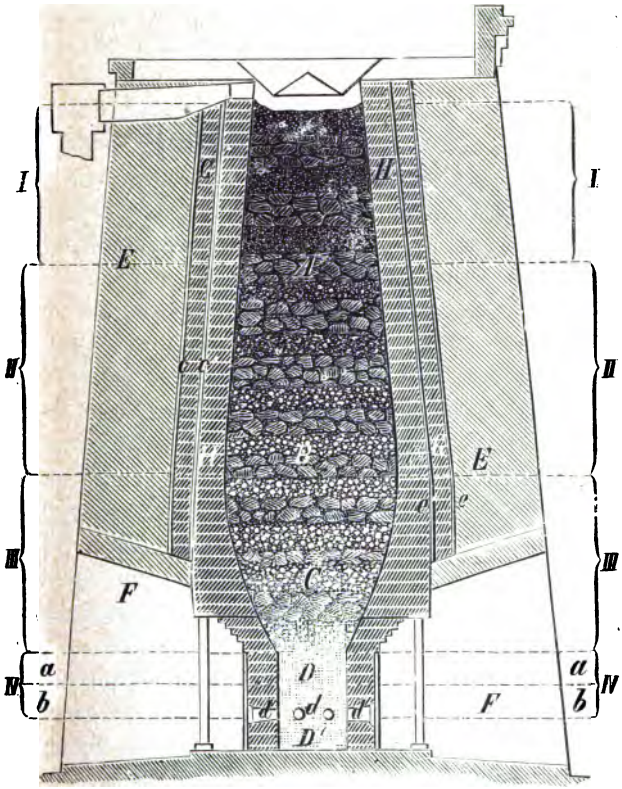
Als Röstöfen benutzt man entweder Schachtöfen, in denen Erz und Brennmaterial schichtenweise abwechseln, oder die dem Hochofen entströmenden brennbaren Gase, oder endlich, man röstet in besonderen Flammöfen; Leistung und Brennmaterial-Verbrauch solcher Oefen schwankt sehr, je nach ihrer Construction und der Beschaffenheit der Erze.

Nach dem Rösten läßt man wohl die Erze unter freiem Himmel in Haufen oder Bassins längere Zeit lagern, wobei durch Verwittern (effloresce — tomber en efflorescence), Auslaugen (wash — laver) und durch den Frost eine weitere Auflockerung der Erze und ein Ausscheiden der durch das Rösten aus den Schwefelmetallen entstandenen, im Wasser löslichen schwefelsauren Salze stattfindet. Auch werden, soweit dies nicht schon früher geschehen, die Erze auf Nußgröße gebracht, unter möglichster Vermeidung pulverförmiger Massen, welche ungünstig auf den Gang des Hochofens wirken.

Der Hochofen (Hohofen — high furnace. blast f. — haut fourneau) ist ein Schachtofen, dessen Höhe, je nach der Widerstandsfähigkeit des angewandten Brennmaterials von 8 M. für den Betrieb mit weichsten Holzkohlensorten, bis zu 30 M. für härteste und dichteste Coaksſorten schwankt, und in welchen durch die obere Oeffnung, Gicht (mouth — gueulard), schichtenweise, in sogenannten Gichten (charges), Brennmaterial und Beschickung (Erze und Zu-

schläge) abwechselnd und in dem Maße eingefüllt wird, wie der Inhalt des Ofens niedersinkt, während man unten in längeren Zwischenpausen Roheisen und Schlacke abläßt. Im

Fig. 1.



oberen Theile der Vorwärmzone (I Fig. 1) werden die Erze durch die aufsteigenden heißen Gase getrocknet, vorgewärmt und geröstet; im zweiten tieferliegenden, der Re-

ductionszone (II), findet die Desoxydation der Erze durch Kohlenoxydgas, die Bildung metallischen Eisens in schwammiger Form statt, welches dann in der dritten, der Kohlungszone (III), aus dem Brennmaterial Kohlenstoff aufnimmt und fähig wird, in der vierten, der Schmelzzone (IV), tropfbar flüssige Form anzunehmen und sich im Herd D[1] oder Eisenkasten (crucible — creuset) zu sammeln. Zur Beschaffung der zum Verbrennen des Kohlenstoffes, der Holzkohlen oder Coaks — seltener Steinkohlen ꝛc. — zu Kohlenoxydgas erforderlichen Sauerstoffmenge bedient man sich der Gebläse, welche unter höherem, sich nach der Beschaffenheit des Brennmaterials richtendem Druck atmosphärische Luft, entweder mit unveränderter Temperatur (kalter Wind) oder in besonderen Wind-Erhitzungsapparaten auf 1—600 Grad erhitzt, durch die Formen dd (twyers — tuyères) in den Ofen treiben. — Die vierte Zone ist wohl noch geschieden worden in den oberen Theil, die eigentliche Schmelzzone (IVa), und den unteren, die Verbrennungszone (IVb). Der obere Theil A (Schacht) des von feuerfestem Mauerwerk H umschlossenen Innenraumes oder Kernschachtes (fire room — cheminée) hat die Form eines abgestumpften Kegels — neuerdings oft auch cylindrische Gestalt — und umfaßt die Vorwärm- und Reductionszone. Der Raum der Kohlungszone hat entweder die in Figur 1 angegebene paraboloidische Gestalt oder die eines abgestumpften Kegels, welcher umgestürzt ist und dessen mit dem oberen Kegel gemeinschaftliche Grundfläche B — die Gegend des größten Ofendurchmessers — Kohlensack (belly — ventre) genannt wird, während der tiefer liegende Theil C die Bezeichnung Rast (boshes — étalages) führt. — Der untere Theil des Ofens, das Gestell (hearth — ouvrage), ist in der Regel von cylindrischem Querschnitt und wird durch die

Formen d d in das Obergestell D und das Untergestell D' geschieden. Bei der bis vor Kurzem allgemein üblichen Anordnung (Fig. 2) des Gestelles war die vordere Seite des Untergestelles, die Brust, offen — Oefen mit offener Brust, Sumpföfen; hierbei führt der Theil a die Bezeichnung Tümpel und b ist der Wall- oder Dammstein (dame). Ueber diesen fließt die specifisch leichtere (2·5) Schlacke fortwährend ab, während durch das für gewöhnlich mit einem Lehmpfropfen geschlossene Stichloch c (Stich, tap oder tapping hole — trou de coulé, oeil) zeitweise das Eisen abgestochen wird. Rückt man den Dammstein weiter

Fig. 2.

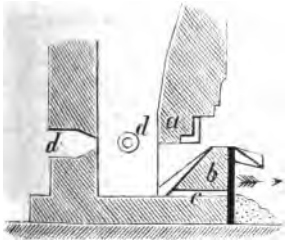
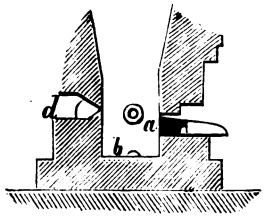


Fig. 3.

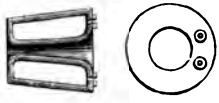


nach außen — in der Richtung des Pfeiles, so entsteht ein Vorherd (breast pan — avant-creuset), aus welchem, namentlich bei Holzkohlen-Hochöfen, das Eisen oft direct zum Vergießen mit Schöpfkellen ausgefüllt wird.

Beim Ofen mit geschlossener Brust (Fig. 3) (Blauofen), nach älterer Construction, ist a der Schlackenabfluß und b das Stichloch; bei neueren Oefen aber, wie sie gegenwärtig nach Lürmann's Einrichtung mit constantem Schlackenabfluß fast überall gebaut werden, hat die Schlacke im Gestell stets das gleiche Niveau und greift daher die Wandungen weniger an. Zum Abfluß der Schlacken dient

eine konische Schlackenform (Fig. 4) aus Bronze oder Kupfer mit 10 Mm. starken Wänden, von 150 Länge, bei 180 äußerem, 140 innerem Durchmesser und je nach der Zähflüssigkeit der Schlacke 25—35 lichter Weite. Die cylinderförmige Oeffnung ist 80 lang, erweitert sich nach außen allmählich auf 65—75 und besitzt außerdem an der äußeren und inneren Oeffnung noch stark abgerundete Kanten. Die Form ist dem Abstich gegenüber circa 400 unter den Windformen in einem gußeisernen Kühlkasten so befestigt, daß sie circa 50 in das Gestelle hineinragt. Außen liegt vor der Form eine ebenfalls mit Wasser gekühlte, gußeiserne Schlackenrinne, in welche man unmittelbar vor die Formöffnung, um das Einfließen der Schlacke zu verhindern, ein Stück Kalkstein legt. Die Vortheile dieser Einrichtung bestehen in einer Vermehrung der Production durch Wegfall der Stillstände beim Abstich des Eisens und beim Aufarbeiten der Schlacke, in regelmäßigerem und wärmerem Ofengang, leichterem Oeffnen des Stichloches, besserer Conservirung desselben und überhaupt des ganzen Gestelles. Der Wegfall des Vorherds gestattet mehr Formen und höhere Pressung anzuwenden und dadurch sowohl eine gleichmäßigere Vertheilung des Windes und regelmäßigeren Ofengang als auch rascheren Gichtenwechsel und höhere Production zu erzielen; schließlich wird auch an Arbeit, Betriebs- und Reparaturkosten gespart.

Fig. 4.



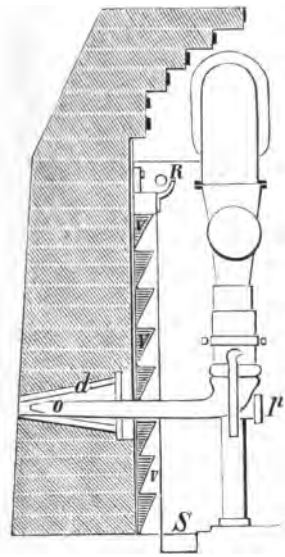
Das äußere Mauerwerk E (Fig. 1) des Hochofens (Rauhgemäuer, Mantel — mantle — manteau) ist von Bruch- oder Ziegelsteinen aufgeführt und mit eisernen Zugstangen verankert; in demselben sind über den Formen, 2—3 M. im Mittel breite Formgewölbe F (twyer arch — encorbellement des soufflets), bis zum Kernschacht reichend und

über dem Eisenabstich ein noch etwas weiteres Arbeitsgewölbe (tymp oder working arch, fold, fauld — encorbellement de la tympe) ausgespart. Das neuerdings auch wohl fortgelassene Mauerwerk zwischen Kernschacht und Rauhgemäuer, die Rauhschacht G (rough walling, outside building — muraillement, chemise) läßt beiderseits Zwischenräume cc^1 von 80—130 Mm., Füllungen, welche entweder leer gelassen oder mit schlechten Wärmeleitern, Schlackenklein, Asche 2c. ausgeführt werden; der Rauhschacht reicht nur bis zum Gestell oder Kohlensack, weiter unten bleibt der Raum zwischen Kernschacht und Rauhgemäuer frei und dient zur Anbringung von Kühlvorrichtungen für die Außenseite des Gestelles. — Bei der schottischen Construction reicht auch das Rauhgemäuer nur bis zum Gestelle und wird auf einem gußeisernen Kranze durch 3—4 M. hohe runde Säulen von circa 400 Mm. mittlerem Durchmesser getragen; letztere zeigen auch wohl ⊔ oder ⊢ Form im Querschnitt. Sehr häufig ersetzt man neuerdings das Rauhgemäuer ganz durch einen, den Kernschacht und die Füllungen zusammenhaltenden Blechmantel von 10—15 Mm. Stärke, oder gar nur durch breite und starke eiserne Bänder; die Tragsäulen werden in diesem Falle höher (5—6 M.) genommen. — Die Höhe des Kohlensackes B über der Sohle des Gestelles beim Bodenstein D^1 beträgt 0·3—0·5 der ganzen Ofenhöhe, vom Bodenstein bis zur Gicht; um letztere ist ein Schutzmantel von $1^3/_4$—2 M. Höhe von circa 6 Mm. starkem Blech angebracht. Das Plateau der Gicht ist mit 10—20 Mm. starkem, an der oberen Seite meist geriffeltem Blech, seltener mit Gußplatten belegt.

Die Windformen d, deren Zahl bei den großen neueren Oefen mit geschlossener Brust 6—7 beträgt, während die älteren Oefen selten mehr als drei hatten, bestehen meist aus

Kupfer oder Phosphorbronze, sind circa 400 Mm. lang und dienen zur Aufnahme der Düsen o (Fig. 5) (blast pipe — tuyères), in welche wieder die Windleitungen einmünden. Figur 5 zeigt die ältere Anordnung der Formen; zum Schutz gegen das Verbrennen werden dieselben ebenso wie die Schlackenformen hohl gegossen und mit Wasser gekühlt, welches am tiefsten Punkte ein- und am höchsten austritt. Neuerdings legt man sie ebenfalls in gußeiserne Kühlkasten mit eingegossenem Wasserrohr, und stehen letztere in diesem Falle im Innern des Gestelles mit den Wänden gleich, die Form aber ragt 300 Mm. in den Verbrennungsraum hinein; man erreicht auf diese Weise eine vorzügliche Conservirung des Gestelles sowohl als auch der Formen, welche sammt den Eisenkästen oft mehrere Jahre ohne Auswechslung gebraucht werden können. Bei p ist ein, in der Regel mit Glimmerplättchen geschlossenes Schauloch angebracht, durch welches man den Vorgang vor den Düsen beobachten und den Gang des Ofens beurtheilen kann.

Fig. 5.



Die früher erwähnte Kühlung der Gestellwände bezweckt die Bildung einer Schicht feiner graphitartiger Kohle auf den Innenwänden des Gestelles, welche das feuerfeste Mauerwerk gegen das Abschmelzen und die auflösende Einwirkung der Schlacken schützt. Bei der Kühlung durch Wasser-

kästen (Fig. 5) ziehen sich horizontale Rinnen v um den Ofen; der obersten läuft aus dem Rohre R Wasser zu, welches überfließend an der schrägen Kastenwand in die zweite Rinne herunter rieselt und so fort bis in den Ableitungscanal S. Wirksamer als eine solche höchstens 50—80 Mm. weit eindringende Kühlung ist eine directe Berieselung des Mauerwerkes, deren Wirkung sich 130—150 tief erstrecken soll und außerdem leichter zu überwachen ist. Bei Rohgang, wenn die Kühlvorrichtung abgestellt werden muß, schmelzen die Eisentheile der Kühlvorrichtung leicht ab, und Wasser kann unbemerkt in den Herd gelangen. Auch am Stichloch wird eine Kühlplatte oder eine Spritzvorrichtung angebracht.

Der Inbetriebsetzung eines neuen oder auch nur reparirten Hochofens muß ein langsames und vorsichtiges Anwärmen vorhergehen, wozu man sich meist eines kleinen Flammenofens bedient, dessen Fuchs das Stichloch bildet. Nach circa 8 Tagen wird das Gestell mit Holz gefüllt und auf dasselbe dann nach und nach, immer von oben, von der Gicht aus Brennmaterial aufgeschüttet, bis der Ofen voll ist, dann werden erst leichtere Erzgichten (stille Gichten) aufgegeben, das Gebläse mit sehr schwacher Pressung angelassen und nach und nach erst das Gewicht der Beschickung, der Satz, im Verhältnisse zu den constant bleibenden Brennstoffgichten — und gleichzeitig die Pressung des Windes — auf das normale Maß gebracht. Der regelmäßige Betrieb (die Campagne) geht dann unabänderlich fort, bis der Ofen wegen mangelnden Absatzes oder Reperaturbedürftigkeit ausgeblasen (blow down — mettre hors) werden muß. Das Aufgeben der Gichten erfolgt bei kleineren Oefen mit der Handschaufel, bei größeren aber durch directes Entleeren eigens construirter Kippwagen oder Hunde in die Gicht.

Die früher erwähnten Ofenzonen sind ebenso wenig scharf geschieden wie die Umwandlung der Erze in denselben; im Gegentheile verschieben und verwischen sich die Grenzen der einzelnen chemischen Actionen und findet z. B. die Kohlung in der dritten Zone nur unvollkommen statt und vollendet sich erst in der vierten, der Schmelzzone, und zwar in um so reicherem Maße, je höher die dort herrschende Temperatur ist. Eine hohe Temperatur im Schmelzraume (heißer oder hitziger Gang, hot working — allure chaude) begünstigt die Bildung grauen Roheisens, während weißes sich vorwiegend bei niedriger Temperatur, kaltem Gang (cold work — allure froide) bildet. Gleichzeitig gehen auch die Gangarten der Erze, schmelzbare glasartige Verbindungen (Schlacken — slag — laitier) mit den Zuschlägen ein und sind letztere so zu wählen, daß die Schlacken mit dem Roheisen gleichzeitig schmelzen. Gargang, guter oder garer Gang — healthy state, good working — allure régulière); Kennzeichen für den Gang des Ofens sind der Grad von Dünnflüssigkeit, die Farbe und das raschere oder langsamere Erkalten der Schlacke.

Rohgang (roher, scharfer oder übersetzter Gang; irregular working — allure irrégulière) entsteht meist durch ein Uebermaß von Beschickung gegenüber dem Brennmaterial und durch unvollkommene Reduction; er liefert stets ein kohlenstoffarmes weißes Roheisen und eine stark eisenhaltige, dunkle bis schwarze Schlacke. — Uebergarer Gang entsteht, wenn mehr Brennmaterial vorhanden, als zum Gargange erforderlich, und ist das erzielte Roheisen meist grau, sehr kohlenstoff- und siliciumhaltig. — Durch unrichtig gewählte Zuschläge und daher zu strengflüssige Schlacke entsteht ein anderer fehlerhafter Gang, bei welchem das Eisen im Schmelzraume nicht genügend durch einhüllende

Schlacke vor Entkohlung geschützt wird und an den Gestellwänden Ansätze von gefrischtem Eisen (Eisensauen) bildet.

Das abgestochene Roheisen fließt durch den Masselgraben je nach seiner späteren Verwendung in große, sehr flache Mulden oder in U-förmige Rinnen, welche für graues Eisen meist aus Sand, für weißes oft aus Gußeisen bestehen. Im ersten Falle erhält man durch Zerschlagen des erstarrten Eisens Flossen oder Masseln (pigs — saumons), im letzteren Barren (Gänze – pigs — gueuses); auch begießt man wohl das in einer Grube gesammelte Eisen mit Wasser, hebt die erstarrte obere Schicht (Blattl — blattes) ab und fährt mit diesem Scheibenreißen fort, bis die Grube leer ist.

Selten ist das Verhältniß der die Erze begleitenden Gangarten ein solches, daß sich ohne weitere Zuschläge eine passende Schlacke bildet (selbstgehendes Erz); manchmal läßt es sich durch zweckmäßiges Mischen (Gattiren) verschiedener Erze erzielen, in der Regel aber müssen Zuschläge oder Flüsse (flux — fondant) angewandt werden, als welche je nach der Gangart Kalkstein, Flußspath, Quarz, Thon, Mergel ꝛc. dienen; manganhaltige Zuschläge bezwecken, dem Roheisen einen, namentlich zur Stahlerzeugung wünschenswerthen Mangangehalt zu verleihen. Der chemischen Zusammensetzung nach schwanken die Schlacken meist zwischen einem einfachen und einem Doppelsilicat. Das Gesammtquantum der Schlacke soll aus ökonomischen Gründen höchstens das Fünffache der Eisenmenge betragen, andererseits aber nicht unter $^1/_5$ derselben heruntergehen, weil sonst in der Verbrennungszone das Eisen keinen genügenden Schutz gegen Oxydation findet. Je höher das Eisen gekohlt werden soll, desto schwerer schmelzbar muß die Schlacke sein, da die

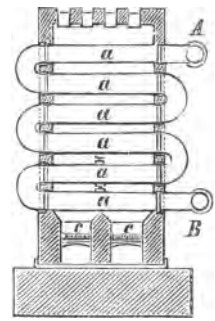
Kohlung sofort aufhört, wenn die einzelnen Eisentropfen mit einer Schlackenhülle bedeckt sind. Mangangehalt macht die Beschickung leicht schmelzig und begünstigt daher die Bildung von weißem Eisen, bei hoher Temperatur von Spiegeleisen. Silicium gelangt durch Reduction aus der Kieselsäure, namentlich bei hoher Temperatur und saurer Beschickung in das Eisen; Coaksroheisen enthält aus beiden Gründen mehr Silicium als mit Holzkohlen erblasenes. Schwefel und Phosphor, welche der Verwendbarkeit des Roheisens bedeutend Abbruch thun, sucht man schon beim Rösten und Auslaugen der Erze möglichst zu entfernen; der Rest des Schwefels läßt sich durch kalk- und manganhaltige Zuschläge, Flußspath ꝛc. fast ganz in die Schlacke führen, der Phosphor dagegen ist schwer zu beseitigen und geht größtentheils in das Roheisen über.

Das Brennmaterial für den Hochofenproceß muß so widerstandsfähig sein, daß es nicht im Ofen zerdrückt wird; ferner soll es trocken sein und wenig Gas entwickeln, um die Temperatur im Ofen nicht herabzudrücken, und schließlich soll es möglichst frei von Schwefel und Phosphor und nicht zu reich an Asche sein. Diesen Bedingungen entspricht am besten Holzkohle und Coaks, doch werden auch reine, gasarme Steinkohlen (Anthracit) angewandt. Das erforderliche Windquantum richtet sich nach der Menge stündlich zu verbrennenden Brennmaterials, doch kann man durch Trocknen der Gebläseluft mit Chlorcalcium oder Schwefelsäure und namentlich durch Erhitzen derselben vor ihrem Eintritt in den Ofen ganz bedeutend an Brennmaterial und Wind sparen und doch gleichzeitig eine höhere Temperatur erzielen.

Die Wind-Erhitzungsapparate bestehen meist in weiten eisernen Röhren, durch welche die Luft streicht und welche

man entweder durch die Gichtgase des Hochofens oder auch direct mit Kohlenabfall heizt. In den Wasseralfinger-Apparaten (Fig. 6) liegen 12—30 elliptische Röhren a von circa 30 Mm. Wandstärke auf eisernen Tragbalken vertical über und horizontal neben einander in circa 200 Mm. weiten Zwischenräumen; der Gebläsewind tritt bei A ein und bei B an der heißesten Stelle des Apparates über den Rosten c aus. Neuere Apparate dieser Art enthalten nach Fehland in 9 Lagen 90 Röhren von 120 Weite, 320 lichter Höhe in 780 Entfernung von Mitte zu Mitte in verticaler und 330 Mm. in horizontaler Richtung. Die Länge der Röhren im Feuer beträgt 2760, wobei die Anordnung getroffen ist, daß die Krümmer ꝛc. ebenfalls erhitzt werden. Die Röhren liegen in zwei Kammern à 45 Röhren, durch eine Wand von 380 Stärke getrennt; die lichte Breite jeder Kammer beträgt 1780. Die Röhren der drei unteren Lagen haben in der Mitte der Höhe Querverbindungen und 30 Wandstärke; die übrigen Rohre sind glatt und 20—25 stark. Ein solcher Apparat erhitzt 150 Kbm. Wind auf 400 Grad C., hat 350 Qu.-M. Heizfläche und 17 Kbm. Inhalt in den Röhren. Man wendet auch statt eines großen Apparates zwei kleine an und rechnet 2—2·5 Qu.-M. erhitzte Röhrenfläche per Kbm. des in der Minute zu erhitzenden Windes von atmosphärischer Dichtigkeit. Hosenapparate, welche Figur 7 im Durchschnitt zeigt, bestehen aus 36 in zwei Reihen nebeneinander stehenden heberförmigen Rohren d von 160 lichter Höhe, 65 lichter Weite und 1250 Mm. Schenkellänge.

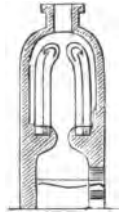
Fig. 6.



Durch jede Rohrreihe geht unten ein Rost von 300 Breite; Entfernung der beiden Reihen von Mitte zu Mitte 1100, der Röhren untereinander 200 Mm. Dieselben befinden sich in einem feuerfesten überwölbten Raume, aus welchem die Verbrennungsproducte durch neun 160 weite Oeffnungen c nach einer gemeinschaftlichen Esse geführt werden. In Pistolen- oder schottischen Apparaten (Fig. 8) steigt der Wind in den durch Scheidewände gebildeten zwei Abtheilungen eines Rohres auf und nieder, wie die Pfeile andeuten. Im Uebrigen ähnelt diese Construction der vorigen. Abweichend von den bisher betrachteten ist der neue, kostspielige, aber auch sehr leistungsfähige Whitwell-Apparat, von welchem Figur 9 einen Begriff geben mag. Die zur Heizung dienenden Gichtgase strömen durch ein Einlaßventil bei A in den Apparat, passiren abwechselnd aufsteigend und wieder abfallend die von den Scheidewänden a gebildeten, immer enger werdenden Kammern, treffen dort mit der durch die quadratischen Oeffnungen der ersten Wand a eintretenden atmosphärischen Luft zusammen, entzünden sich zu einer sehr lebhaften Flamme, welche auf und absteigend die großen Heizflächen auf eine hohe Temperatur bringt, und gehen auf circa 150 Grad abgekühlt durch ein Auslaßventil bei C zur Esse. Sobald das Mauerwerk der Kammern genügend erhitzt ist, wird der Gaszutritt A abgesperrt. Durch das nun als Einlaß dienende Ventil bei C tritt die gepreßte Gebläseluft in den Apparat, passirt die Kammern in entgegengesetzter Reihenfolge und geht durch ein Auslaßventil bei B mit einer Temperatur von 650—800° C. zu den Düsen. Während dieser

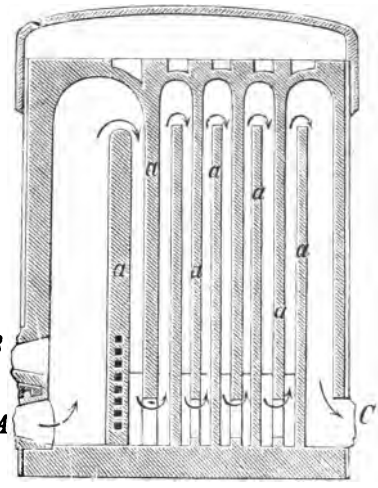
Fig. 7.

Fig. 8.



letzten Zeit wird ein zweiter Apparat angewärmt und so alle 1—2 Stunden mit der Thätigkeit der beiden Apparate gewechselt. Dieselben sind äußerlich mit einem soliden eisernen Mantel umgeben und behufs der Reinigung oben mit einer abnehmbaren eisernen Kuppel versehen. Für die neuen großen Hochöfen sind vier Apparate erforderlich und dauert dann das Anheizen je $4\,^1/_2$, das Durchströmen der Gebläseluft $1\,^1/_2$ Stunden. Die Heizfläche eines Apparates beträgt circa 900 Qu.-M. und können per Minute 1000 Kbm. erhitzt werden. In der letzten Zeit hat Whitwell sein System dahin geändert, daß er die früher vorhandenen 5 Schlangenwindungen auf 3 reducirt, dafür aber den ganzen Apparat um so viel höher gemacht hat, daß die Heizfläche unverändert geblieben ist. Zur Leitung der heißen Luft vom Apparat zum Ofen dienen Blechrohre von 5—6 Mm. Wandstärke, welche mit feuerfesten Steinen ausgemauert werden.

Fig. 9.



Zum Abfangen der Hochofengase an der Gicht, wo dieselben eine Spannung von 120—200 Mm. Wassersäule haben, benutzt man Gasfänge (gas bell — cloche à gaz). Die älteste Vorrichtung, der französische Gasfang (Fig. 10) hat einen in der Gichtöffnung hängenden und luftdicht auf dem Gichtrand ruhenden Blechcylinder von

1500—2200 Länge und 6—10 Mm. Wandstärke, welcher ringsum 210—260 vom Kernschacht absteht, so daß der Querschnitt der Ableitungsöffnungen circa $^1/_6$ des ganzen Gichtquerschnittes bildet. Ein schmiedeeiserner Gascanal führt die seitwärts ausströmenden Gase einer 460—800 Mm. weiten, gleichfalls schmiedeeisernen, mit Sicherheitsventilen

Fig. 10.

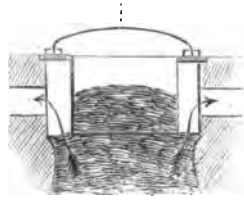


Fig. 11.

versehenen Gasleitung zu. Oben ist der Cylinder mit einem schmiedeeisernen Deckel verschlossen, welcher beim Aufgeben der Gicht (Chargiren) jedesmal abgehoben werden muß. — Bei dem in Figur 11 abgebildeten englischen Apparat

Fig. 12.

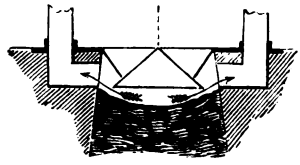
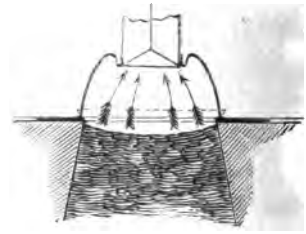


Fig. 13.



reicht $1^1/_2$—$2^1/_4$ M. unter die Gichtmündung ein Gasableitungsrohr in die Beschickungsäule, während der äußere ringförmige Raum oben abgeschlossen ist. Der Parry'sche Trichter (Fig. 12) und der Langen'sche Apparat (Fig. 13) sind wohl ohne weitere Beschreibung verständlich. Sie ergeben geringere Gasverluste und stören auch weniger die

natürliche Bewegung der Gase im Ofen. — Außer zur Winderhitzung werden die Gichtgase auch zum Rösten und zur Heizung von Dampfkesseln benutzt.

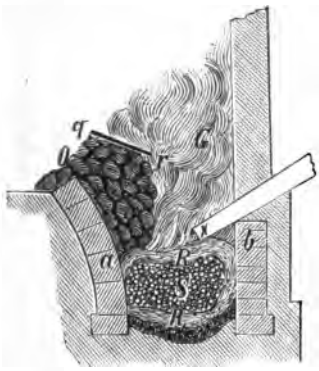
Zur Beförderung der Schmelzmaterialien auf die Gicht dienen Gichtaufzüge, welche meistens mit Dampf betrieben werden. Hydraulische Gichtaufzüge bedürfen ungefähr das sechsfache Gewicht der Roheisen-Production an Wasser, welches von den Pumpen in ein circa 3 Mm. über den Ausflußpunkt liegendes Reservoir gefördert werden muß. Pneumatische Gichtaufzüge, welche durch den Ueberdruck des Gebläsewindes betrieben werden, erfordern circa 3—4 Procent der für den Hochofen erforderlichen Windmenge.

Die Hochofenschlacken werden theilweise zur Fabrikation von Schlackenwolle verwendet, welche zum Einhüllen von Dampfleitungsröhren ꝛc. gebraucht wird. Wichtiger ist die Verwendung zur Anfertigung von Schlackensteinen, welche aus granulirten Schlacken und circa 20 Procent gelöschtem Kalk geformt werden; auch als Straßen-Baumaterial sind manche Sorten Hochofenschlacke gut verwendbar.

Die Rennarbeit oder das Rennen, in früheren Zeiten die alleinige Darstellungsweise für Eisen, ist in neuerer Zeit der Gegenstand zahlreicher Versuche gewesen, welche bisher aber noch zu keinem durchschlagenden Resultate geführt haben. Es findet bei derselben eine Reduction der Erze zu Eisenschwamm und eine Kohlung dieses letzteren bei ziemlich niederer Temperatur statt. Das Product bleibt teigig bei sehr dünnflüssiger, eisenhaltiger Schlacke, geringem Ausbringen und hohem Brennmaterial-Aufwand. Um wenigstens einen Begriff von dieser noch in verschiedenen Ländern nach mehr oder weniger abweichenden Regeln betriebenen Arbeit zu geben, zeigt Figur 14 einen solchen zum Eisenfrischen dienenden Apparat, ein catalonisches Rennfeuer. Das-

selbe wird zuerst bis a b mit Holzkohlen gefüllt, O ist das geröstete und zerkleinerte Erz, G sind die Kohlen, q r ist eine mit Lösche bekleidete Scheidewand beider, R ist die Schlacke und S der gewonnene teigige Eisenklumpen, die Luppe, x x ist die Form zur Einführung der Gebläseluft. Das Ganze liegt in einem gemauerten, viereckigen Herd von sehr verschiedenen Dimensionen (500—3000 Länge bei 250—700 Mm. Tiefe). Unter anfänglich schwacher, später verstärkter Einwirkung des Gebläses wird das Erz erst reducirt und darauf ohne Unterbrechung des Processes geschmolzen; die sich sammelnde Schlacke wird abgelassen. Die ganze Manipulation dauert 5—6 Stunden und ergiebt in dieser Zeit eine aus Eisen und Stahl bestehende Luppe von 1—200 Kgr., welche unter einem Hammer weiter ausgeschmiedet wird. Der Kohlenverbrauch beträgt mindestens das Dreifache des gewonnenen Eisens.

Fig. 14.

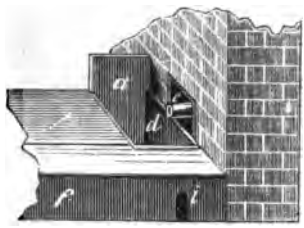


Größere Quantitäten liefert schon die in Stück- oder Wolfsöfen ausgeführte und in Herden vollendete Rennarbeit, nämlich bis zu 500 Kgr. auf einmal, während der in kleinen, 1—1½ M. hohen, 250—600 Mm. weiten Schachtöfen (Bauern-, Osemundöfen) noch jetzt in Asien und Afrika vorkommende Betrieb gar nur 70—90 Kgr. per Charge oder noch weniger liefert. Unter den neueren Methoden zur directen Darstellung des Eisens aus den Erzen verdient das Siemens'sche Verfahren die höchste Beachtung, wenngleich im Versuchsstadium befindlich.

Zur Darstellung schmiedbaren Eisens aus dem Roheisen (Frischproceß, Frischen — refining — affinage) eignen sich am besten weiße, teigartig einschmelzende Roheisensorten und wird graues Roheisen daher wohl einer Vorbereitung, einer Umwandlung in weißes unterworfen (Weißmachen, Weißen). Dasselbe läßt sich schon durch Abschrecken flüssigen Graueisens erreichen, resp. durch Ablöschen des aus dem Hochofen fließenden Metalles mit Wasser; besser läßt man letzteres in dünnem Strahle in stark bewegtes Wasser fließen, wobei kleine, runde, durch und durch weiße Klümpchen entstehen (Granuliren oder Körnen); ein drittes Verfahren ist das vorbeschriebene Scheibenreißen oder Blattlheben. Die bei letzterem Verfahren erhaltenen Scheiben kann man dann noch weiter durch 12stündiges, mäßiges Glühen bei Luftzutritt (Braten — rôtissage) in eigenen Bratöfen oder -Herden von einem Theile des Kohlenstoffes befreien. Durch Umschmelzen in einem Herde (Hartzerrennen — mazage, mazeage) und darauf folgendes Scheibenreißen wird obiger Zweck noch besser und gleichzeitig eine Oxydation und Abscheidung des Mangans und Siliciums erreicht. Am wirksamsten ist aber das Feinen (refining, fining; finage) oder Umschmelzen in Flammöfen, Raffinir- oder Feineisenfeuern, Weißöfen (refinery furnace, running out fire, run out furnace — finerie, fourneau d'affinerie) unter Einwirkung eines Luft-, oft auch eines Wasserdampfstromes auf das geschmolzene Eisen und unter Zusatz von garen Frischschlacken, welche viel Eisenoxydul enthalten, dessen Sauerstoff sich mit dem Kohlenstoff des Eisens verbindet. Der flache Herd eines Feinofens wird aus einer 200—300 Mm. starken Sandschicht hergestellt; der Einsatz besteht aus 700—1000 Kgr. kohlenstoffreichem Eisen mit 1—200 Kgr. Frischschlacken. Das erzielte Product ist arm an Kohlenstoff

und führt den Namen Feineisen, Feinmetall (fine iron, f. metal — mazée, fin metal); der Eisenverlust durch Oxydation beläuft sich auf 5—7, bei Anwendung von Wind auf 8—12 Procent. Für 100 Kgr. Weißmetall braucht man in Feinöfen circa 40 Kgr. Steinkohlen und dauert der Proceß im Durchschnitt 3—4 Stunden; Feineisenfeuer dagegen erfordern per 100 Kgr. Feinmetall 30—36 Kgr. Coaks und der Eisenverlust beträgt 10—15 Procent; Einsatz 1000—1300 Kgr.; Dauer des Processes 3—4 Stunden. — Das Frischen selbst (wenn ein Feinen vorhergegangen ist, auch wohl Weichzerrennen genannt) erzielt die Entkohlung des Eisens durch Zusatz von Frischschlacken und die Einwirkung eines starken Luftstromes.

Fig. 15.



Die Herdfrischerei wird ausgeführt in Frischherden, Frischfeuern (refining fire — feu d'affinerie), wie in Figur 15 skizzirt. Der Herd ist 1—2 M. lang und breit, 310—400 Mm. über der Hüttensohle und von einer großen Esse überragt. Der Arbeitsraum, die Feuergrube, ist ein viereckiger, gewöhnlich aus fünf Eisenplatten (Zacken — taques) gebildeter Kasten oder Tümpel (creuset, foyer) von circa 850 Länge und 650 Breite im Lichten; seltener wird statt dessen einfach eine Grube mit Kohlenlösche (fraisil) ausgestampft oder wie beim Rennfeuer gemauert. Die Platte an der Vorderseite des Herdes heißt Schlackenzacken, gegenüber liegt der Hinterzacken a, auf welchem zuweilen noch ein Aschenzacken steht; unter der Düse e ist der Formzacken d und diesem gegenüber endlich der Gichtzacken. Die Tiefe des Feuers, d. h. die Entfernung

des die Sohle bildenden Bodenzackens von der Oberkante des Formzackens beträgt 180—260 Mm., für gutes garschmelziges Roheisen wird dieselbe größer genommen als für fehlerhaftes, rohschmelziges. Der Gebläsewind gelangt durch die 32—40 weite Düse in die, am besten aus Kupfer getriebene Form, hinter deren meist halbrunder Mündung die Düse 80—145 zurückliegt. Hierdurch wird die Mündung der Form noch vom Winde getroffen und vor dem Verbrennen geschützt. Die Neigung der Form beträgt für garschmelziges Roheisen und bei 46 Breite und 30 Höhe 8—10°, für rohschmelziges bei beziehungsweise 50 und 32 Mm. 7—8°; sie ragt 80—95 in den Herd und ist circa 240 Mm. vom Hinterzacken entfernt.

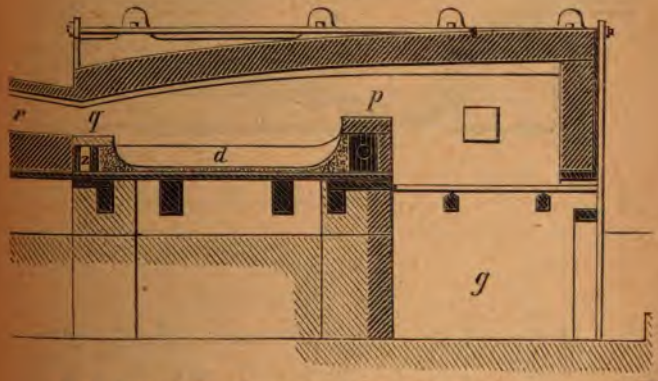
Bei der Frischarbeit wird nun zunächst der Herd mit Holzkohlen (seltener mit getrocknetem oder gedörrtem Holz) gefüllt, das Gebläse angelassen und dann ein Roheisenblock oder Ganz im Gewichte von 100—150 Kgr. vor den Wind, circa 150—200 von der Form entfernt, also in die größte Hitze gebracht, wo ein Theil des Eisens entkohlt und ein anderer sogar oxydirt wird, während der Rest ziemlich unverändert bleibt. Das Ganze sammelt sich allmählich, so wie die Ganz nach und nach wegschmilzt, im Tümpel als dickflüssiges Gemenge von oxydirtem und mehr oder weniger gekohltem Eisen an, dessen einzelne Bestandtheile derart auf einander einwirken, daß der Sauerstoff des oxydirten Eisens sich mit dem Kohlenstoff der übrigen Masse zu Kohlenoxydgas verbindet. Zur Beförderung dieses Austausches wird die Masse ein- oder mehreremal aufgebrochen, d. h. mit Brechstangen aus dem Tümpel gehoben und wieder vor der Form niedergeschmolzen, wobei sie immer schwerflüssiger und teigartiger wird, und schließlich als weicher Klumpen von schmiedbarem Eisen (Luppe, Frischluppe — bloom; —

loupe) aus dem Feuer gehoben und unter schweren Wasserhämmern ausgeschmiedet wird. Die gleichzeitig durch Oxydation des im Eisen enthaltenen Siliciums, Aluminiums ꝛc. und des Eisens selbst sich bildende Schlacke (Frischschlacke — refining cinders) ist zu Anfang des Processes eisenarm und leichtflüssig und wird abgelassen; die später beim wiederholten Roh- und schließlichen Garaufbrechen erfolgende dickflüssige Garschlacke dagegen wird ihres großen Reichthumes an Eisenoxyd halber gesammelt und demnächst zur Beförderung des Processes zugeschlagen. Bei phosphorhaltigem Roheisen setzt man oft gleich nach dem Einschmelzen 2—10 Procent feingepochten Kalk zu. — Beim Garschmelzen hält man wohl eine geschmiedete Eisenstange unter das herabschmelzende Eisen und dreht sie zeitweise, so daß sich auf ihrer Oberfläche erstarrendes Eisen ansammelt, zu einem Klumpen von 8—10 Kgr. (Anlaufeisen), welcher ausgeschmiedet, ein ganz vorzügliches Eisen liefert. Je nachdem man kohlenstoffreicheres, ärmeres oder gar gefeintes, reines oder manganhaltiges Eisen verarbeitet, kommt man mit mehr- oder nur einmaligem Aufbrechen aus und unterscheidet darnach: Dreimalschmelzerei oder deutsches Frischen, Zweimalschmelzerei oder wallonisches Frischen und schließlich Einmalschmelzerei.

Zur Beurtheilung des Processes dient der Widerstand, den die Brechstange im Eisen findet, die Helligkeit der Funken und des Feuers und die Beschaffenheit der Schlacke. Das Product des Rohfrischens ist ein stahlartiges Roheisen, jenes des Garfrischens Schmiedeeisen. Soll auf Stahl gearbeitet werden, so ist der ganze Proceß zu verlangsamen, die Entkohlung zu verzögern durch Anwendung manganhaltigen Roheisens (Spiegeleisen) und eines die Abkühlung verringernden Sandsteinbodens im Herde; es findet dann

nach dem Einschmelzen kein Aufbrechen statt, sondern das Eisen wird unter der manganhaltigen Schlacke durch Einrühren von Garschlacke oder durch den auf die Schlackendecke gerichteten Wind gar gemacht. Die gefrischte Luppe (Stahlschrei) wird zu Stäben ausgeschmiedet, welche dann die Bezeichnung Rohstahl (gefrischter Stahl, Mock — rough steel, furnace st. — acier brut, a. de fonte, a. de forge, a. naturell; auch wohl german steel — acier d'Allemagne) führen.

Fig. 16.



Auf 100 Kgr. Stabeisen braucht man 100—130, auf Stahl 120—150 Kgr. Holzkohlen. Der Abbrand ist bei ersterem 20—25, bei letzterem 25—30 Procent.

Das Puddeln (die Puddlingarbeit — puddling — puddler, puddlage) erfolgt durch Frischen in einem Flammofen auf die Weise, daß 150—300 Kgr. Roheisen auf dem aus Gußeisenplatten gebildeten, oder aus feuerfesten Steinen aufgemauerten und circa 100—150 Mm. hoch mit Sand, Eisenhammerschlag oder Garschlacken ausgefütterten Herd d (Fig. 16) gebracht und durch die darüber streichende

Flamme der im Feuerherd abbrennenden Steinkohlen geſchmolzen wird. Von den beigegebenen Abbildungen iſt Figur 16 ein Vertical-, Figur 17 ein Horizontalſchnitt und Figur 18 eine äußere Anſicht. Bei h iſt die Arbeitsthür mit der Arbeits-

Fig. 17.

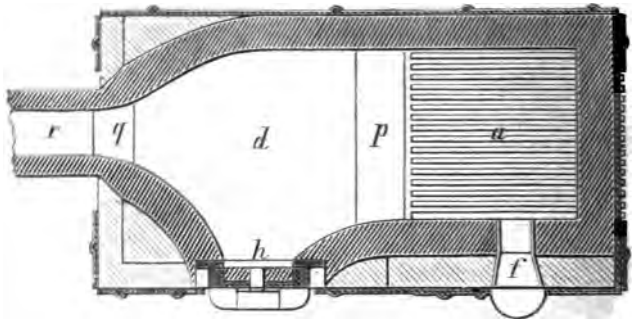
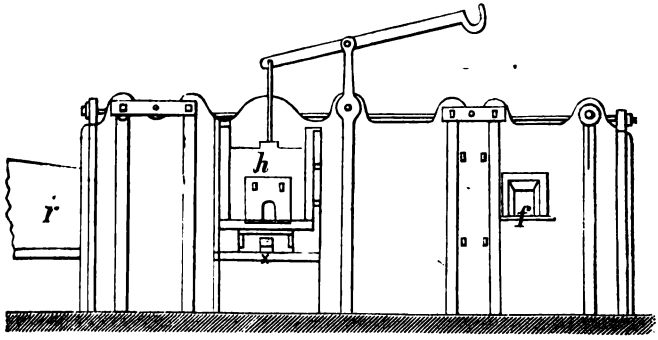


Fig. 18.



öffnung, durch welche der Puddler das Eiſenbad — bei mehr oder weniger gedämpftem Zuge, während nur ein geringer ſchwacher Luftſtrom darüber zieht — mit langen eiſernen Krücken und Spießen ſo lange durcheinander arbeitet und

umwendet, bis das Eisen steif wird und sich in kleinen Körnern und Klümpchen vom Schlackenbade ausscheidet. Letztere werden, unter wieder verstärkter Hitze, durch Kneten und Drücken zusammengeschweißt und in vier bis sechs Stücke getheilt, welche durch Rollen und Hin- und Herwälzen in rundliche Formen gebracht werden. Die so erhaltenen Klumpen, Ballen (balls) von 20—40 Kgr. Gewicht werden mit eigenen Zangen aus dem Ofen gehoben und unter Hämmer, Quetschwerke (squeezer), auch wohl in Luppenmühlen (blooming machines) gebracht; dieselben pressen die zwischen den einzelnen Eisentheilchen befindliche Schlacke aus (das Zängen) und verdichten das Eisen zu einer compacten Luppe, welche meistens noch in derselben Hitze ausgewalzt wird.

Wie aus den Zeichnungen ersichtlich, ist der ganze Ofen aus feuerfesten Ziegeln hergestellt und äußerlich durch ein Gerippe von Eisenplatten zusammengehalten; zum Einführen des Brennmateriales auf den Rost a dient die Heizöffnung (Stochloch) f. Die Flammen schlagen über die mit Wasser oder Luft gekühlte Feuerbrücke p, werden durch die Gestalt des Ofengewölbes auf das Eisenbad im Herde gedrückt, streichen über die Fuchsbrücke q und durch den Fuchs r zur Esse und werden auf diesem letzteren Wege noch zur Heizung von Dampfkesseln verschiedener Form von circa 20 Quadratmeter Heizfläche benützt; auch legt man in den Fuchs r wohl einen Vorherd zum Anwärmen des Roheisens. Die Fuchsbrücke ist etwas niederer (25—50 Mm.) gehalten wie die Feuerbrücke und läßt man die überschüssige Schlacke entweder über die erstere und durch den Fuchs abfließen, oder besser, man sticht sie durch den Schlackenstich unter der Arbeitsthür ab, während die Asche durch den Rost in den Aschenfall g gelangt.

Die Dimensionen der einzelnen Ofentheile unter sich weichen ab, je nachdem auf sehniges Eisen, Feinkorn oder Stahl gearbeitet werden soll. Mittlere Angaben sind: Aeußeres Plattengerüst circa 3·75 M. lang, 1·75 M. breit und 1·9 M. hoch; Rost für gute Förderkohlen und ordinäre Eisenqualität 900 breit, 700 lang; für Feinkorn und Stahl bis 900 und 800 Mm.; Stochloch 290—340 über dem Rost, Oberkante des Rostträgers 470 über der Hüttensohle, Herdplatten 50—80 stark, Länge des Schlackenherdes zwischen den beiden Brücken 1750—1900, Breite von der Hinterwand bis zur Schaffplatte 1300—1400 Mm. In der Regel nimmt man die Fläche des Herdes circa dreimal so groß als die Rostfläche. Die Höhe der Feuerbrücke über den Herdplatten ist 300—400, die Breite derselben 350—450; Abstand des Gewölbes über derselben 260—320; Breite der Fuchsbrücke 230—240; die Achse des Fuchses ist um 80—100 von der Hauptofenachse nach vorn gerückt; Arbeitsthüröffnung 420 breit und bis 500 hoch. Fuchs je nach Größe des Ofens 330—420 breit, 220—260 hoch, die für jeden Ofen zweckmäßigsten Maße ergeben sich erst beim Betriebe selbst, doch sind im Allgemeinen dieselben um so größer zu nehmen, je weiter ein Ofen gegen die anderen von der gemeinschaftlichen Esse entfernt ist. Man unterscheidet steigende oder fliegende Füchse r (Fig. 16) und Schleppfüchse; beide erweitern sich nach dem Kessel zu und erstere erhalten bei einer Länge von circa 1·25 M. ein Ansteigen von 160—200 Mm. — Zum Abkühlen der Feuerbrücke verwendet man meistens Wassercanäle, welche oben offen, d. h. mit abnehmbarem Deckel, oder geschlossen, wie in Figur 16, sein können; für Fuchsbrücke und Hinterwand, seltener für die Feuerbrücke, nimmt man, um den Herd nicht stärker abzukühlen wie nöthig,

Luftcanäle z mit Zugkaminen oder Ventilatorwind; auch combinirte Systeme sind angewendet worden.

Für gewöhnliche Qualitäten sind 1000 Pfund-Oefen in Gebrauch gekommen, mit Einsatz bis zu 500 Kgr. einer Herdlänge von 2000—2050 bei 1510—1600 Breite und 310 hohen Canälen; den Rost macht man für dieselben bei gleichbleibender Länge um 100—130 breiter. Auch sind für besondere locale Verhältnisse freistehende Doppelpuddelöfen in Gebrauch gekommen mit großem Einsatz, welcher dann von beiden Seiten aus bearbeitet wird, während man gewöhnliche Puddelöfen paarweise mit dem Rücken gegen einander stellt.

Der ganze Puddelproceß dauert je nach dem verwendeten Roheisen und dem zu erzielenden Product $1^1/_4$ bis $2^1/_2$ Stunden.

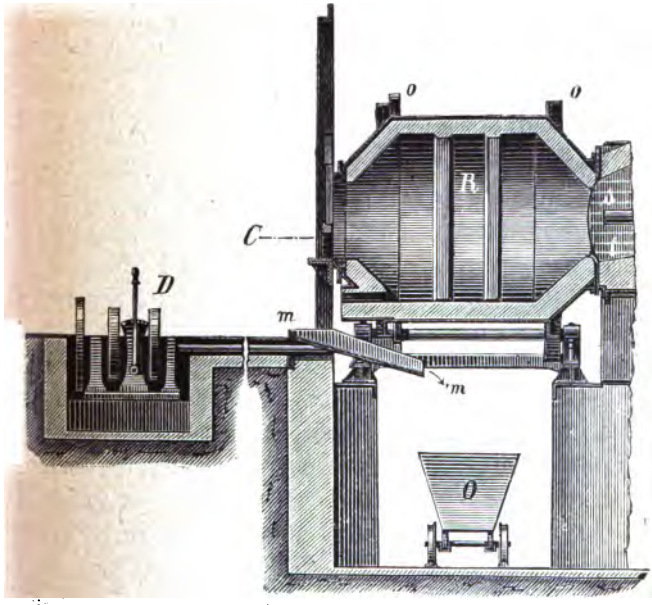
Das jetzt fast allgemein angewandte Schlacken- oder Kochpuddeln unterscheidet sich von dem ursprünglich erfundenen Trockenpuddeln hauptsächlich durch den Zusatz großer Quantitäten Garschlacke und Eisenhammerschlag, resp. Abfall an den Hämmern und Walzenstraßen der Walzwerke. Dieses Schlackenbad vermittelt die Oxydation des Kohlenstoffes im geschmolzenen Eisen und ist daher ein möglichst inniges Durcheinanderrühren die Hauptsache. Beim Trockenpuddeln wird dagegen möglichst kohlenstoffarmes Eisen eingeschmolzen und hauptsächlich durch directe Einwirkung der Luft entkohlt. — Beim Puddeln auf Feinkorneisen und Stahl ist wesentlich ein rasches, dünnflüssiges Einschmelzen und langsames Entkohlen, Garen unter der Schlacke, welche sehr reichlich vertreten ist. Man verwendet dabei gern manganhaltige Roheisensorten, arbeitet mit hoher Brennmaterialschicht und in Folge dessen mit reducirender, rauchender Flamme, sperrt sogar den Luft-

zug zeitweise ab (Arbeiten mit geschlossener Klappe) und giebt rohere Zuschläge. Je kohlenstoffreicher das Product sein soll, um so langsamer muß das Garen betrieben werden, weshalb beim Stahlpuddeln die Production eine wesentlich geringere ist. Von Qualitätseisen und Stahl werden meist nur 5—6 Sätze per 12stündige Schicht gemacht, von gewöhnlichem, gargehendem Roheisen bis zu acht, und wenn mit Vorwärmeherden gearbeitet wird, sogar bis zu zehn. Der Abbrand oder Eisenverlust variirt von 8 Procent bei gargehenden und sehr reinen, bis zu 18 Procent bei sehr rohen und unreinen Eisensorten, für Feinkorn und Stahl beträgt er 12—14 Procent. Auch der Verbrauch von Brennmaterial schwankt je nach dessen Qualität und der angewandten Feuerung sehr bedeutend zwischen 75—150 Kgr. für 100 Kgr. fertiges Product. — Die üblichste Feuerung für Puddelöfen ist immer noch der einfache Planrost, hier und da mit Schüttelvorrichtung und Unterwind; auch Treppenroste sind angewandt worden, aber nur selten. Häufiger ist man mit gutem Erfolge zur Generatorfeuerung übergegangen; namentlich in Rheinland-Westfalen haben die Ofensysteme von Boetius, Böker, Bicheroux viel Beifall gefunden mit Zuführung der Verbrennungsluft an der Feuerbrücke und Vorwärmen derselben in Seitencanälen in der Mauerung des Heizraumes; die Entgasung des Brennmateriales findet bei denselben theilweise schon, aber nur unvollständig, vor dem Auffallen auf dem eigentlichen Rost statt. Auch Regenerativfeuerungen von Siemens und namentlich von Gröbe-Lürmann sind vereinzelt für Puddelbetrieb in Verwendung gekommen.

Zur Verrichtung des für die Arbeiter sehr anstrengenden Rührens hat man Rührapparate, mechanische Puddler construirt; die gebräuchlichsten sind von Whitham, East-

wood, Lemut und Durmény erfunden worden und neuerdings soll in Belgien und Frankreich der Apparat von Howson und Godfrey viel Anklang gefunden haben; aber einen durchschlagenden Erfolg hat bis jetzt noch keines dieser Systeme erreichen können. — Mehr Erfolg versprechen die rotirenden Puddelöfen, wie sie hauptsächlich Menelaus,

Fig. 19.



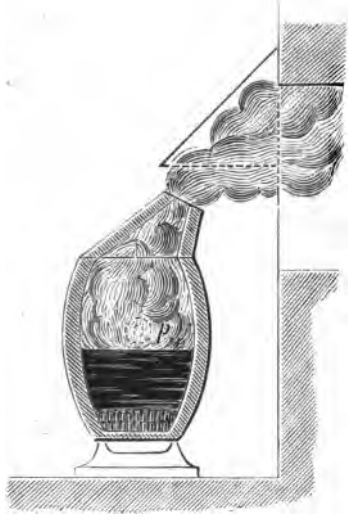
Danks und Siemens construirt haben. Figur 19 zeigt einen solchen Rotator nach Siemens' System mit Regeneratorbetrieb. Der rotirende Herd R besteht aus einem eisernen Mantel, welcher mit feuerfestem Material ausgefüttert ist; auf diesen ist wieder eine 130—160 starke Schlackenschicht aufgeschmolzen. Die äußeren Radkränze o

laufen auf Rollen und vermitteln von der Antriebsvorrichtung D aus die Bewegung, welche per Minute $^1/_2$—2 Touren beträgt. Durch den oberen Theil s des Fuchses strömen die vom Generator kommenden Heizgase ein und ziehen nach erfolgter Verbrennung durch den unteren Theil t wieder ab. Die Schlacken fließen durch die Rinne m m in den Schlackenwagen O, während die von jeder Charge gewonnene eine Luppe durch die während des Processes geschlossene Thür herausgeholt wird. Das schwierige Verarbeiten einer solchen großen Luppe bildet einen der diesem Systeme noch anhaftenden Mängel.

Das Bessemern oder der Bessemer-Proceß beruht im Wesentlichen auf dem Durchtreiben eines vielfach zertheilten Stromes stark gepreßter atmosphärischer Luft von unten durch ein Bad von geschmolzenem, vorzugsweise grauem Roheisen in einem eisernen, mit feuerfestem Material gefütterten Behälter. Durch diesen Luftstrom wird der Kohlenstoff, das Silicium, Mangan und theilweise auch der Phosphor des Roheisens oxydirt, gleichzeitig aber auch ein nicht geringer Theil des Eisens selbst. Durch diese Verbrennung entsteht eine so bedeutende Hitze, daß das verkohlte Eisen flüssig bleibt und in eine große Pfanne ausgegossen werden kann. Der Eisenbehälter, die Birne (converter — convertisseur) (Fig. 20), ist eiförmiger Gestalt und äußerlich circa 3·5—3·8 M. lang, 2·2—2·5 in der Mitte dick bei einer Weite im Mittelstück von 1·8—2·0 M. und am Boden von 1—$1^1/_4$ M.; oben ist ein konischer Hals aufgesetzt, gegen die Achse des Ofens um 45° geneigt und an der Mündung 240—300 weit. Im 550 dicken Boden des ebenfalls konischen unteren Theiles befinden sich, auf zehn feuerfeste Thoncylinder vertheilt, 120 Längscanälchen von 7 Mm. Durchmesser (Düsen), durch welche der Wind in den

Ofen strömt. Der letztere hängt in zwei Zapfen p und ist durch ein Räderwerk um dieselben drehbar, ohne daß die Luftzuführung unterbrochen werden muß. Behufs der Inbetriebsetzung wird das Innere des Converters mit Coaks unter Zuhilfenahme des Cylindergebläses in Weißglühhitze gebracht, Asche und Brennmaterialreste rasch durch Umstürzen entfernt und dann aus einem Kuppelofen, seltener direct aus einem Hochofen, circa 5000 Kgr. geschmolzenes, graues Roheisen in die horizontal liegende Birne abgelassen. Beim Wiederaufrichten derselben wird das Gebläse angelassen und etwa 15 Minuten geblasen, während welcher Zeit die Entkohlung des Metalles, befördert durch Zuwerfen von Stahlabfällen unter Ausstoßung zahlloser Funken und glühender Gase vor sich geht (Fein- oder Schlackenbildungs-Periode); nach den ersten 4 Minuten gehen letztere in eine eigentliche Flamme über und tritt der Proceß in die Rohfrisch-, Koch- oder Eruptionsperiode (11 Minuten); soll direct Stahl erblasen werden, so wird nach Ablauf derselben der Proceß unterbrochen. In der Regel aber bläst man bis zur vollständigen Entkohlung fort (Garfrisch-Periode) und giebt dann bei abgestelltem Gebläse und horizontaler Converterlage wieder Stahlabfälle und so viel (5—12 Procent) ge-

Fig. 20.



schmolzenes Spiegeleisen hinzu, als zur gewünschten Kohlung erforderlich ist. Nach wenigen Secunden abermaligen Blasens ist der Proceß beendigt, der dünnflüssige Stahl wird in die gut vorgewärmte, in einem Drehkrahn hängende Pfanne gekippt und aus dieser durch ein im Boden befindliches Ventil in gußeiserne Formen (Coquillen) von quadratischem Querschnitte mit abgestumpften Ecken und etwa 50 Mm. Wandstärke abgelassen. Die erhaltenen Stahlblöcke (Ingots) sind 1—1½ M. lang, 210—500 Mm. stark, nach einer Seite zu etwas verjüngt und 600—1500 Kgr. schwer. Gewöhnlich werden Converter paarweise aufgestellt, und zwar so, daß entweder das Kippen der Converter in parallelen, circa 6 M. von einander abstehenden Ebenen erfolgt und also die Drehachsen in einer Geraden liegen (amerikanische Aufstellung), oder daß die Converterachsen parallel liegen und die Birnen in 10½ M. Entfernung gegeneinander kippen (englisches System), oder endlich die deutsche Anordnung, bei welcher die Converterachsen einen Winkel von 120°, die Kippebenen ein solchen von 60° einschließen. Man gebraucht per Tonne Einsatz 30—35 Kbm. Luft von 80—135 Cm. Quecksilbersäule-Pressung und macht bis zu 30 Chargen in 24 Stunden bei einem Eisenverlust von 10—20 Procent. Zur Beurtheilung des Processes beobachtet man die Flamme mit bloßem Auge oder durch das Spectroskop, auch werden Schlackenproben genommen und herausgeschleuderte Stahlkörperchen auf ihre Hämmerbarkeit ꝛc. untersucht.

Statt des Spiegeleisens, dessen Mangangehalt selten über 12 Procent geht, verwendet man auch sogenanntes Ferromangan zum Wiederkohlen des gefrischten Eisens mit einem Mangangehalt bis zu 80 Procent; auch hat man mit durchgeblasenen Kohlenwasserstoffgasen zu kohlen ver-

sucht. — Während man bis vor Kurzem nur ein sehr kohlenstoff- und siliciumreiches und fast ganz phosphorfreies Roheisen zum Bessemern verwenden konnte, ist es neuerdings nach dem Verfahren von Thomas und Gilchrist in England und namentlich auf rheinisch-westfälischen Hüttenwerken gelungen, durch Verwendung eines basischen Futters für den Bessemerconverter an Stelle des bisher benutzten kieselsäurereichen und durch basische Zuschläge während des in gewöhnlicher Weise vor sich gehenden Processes auch aus sehr phosphorhaltigem Roheisen brauchbaren Stahl zu erblasen. Der Hauptgehalt an Phosphor wird erst durch eine Fortsetzung des gewöhnlichen Processes, ein Nachblasen, verbrannt. Die Herstellung des basischen Futters ist einstweilen noch sehr kostspielig und schwierig, und aus diesen und manchen anderen, dem neuen Verfahren noch anklebenden Mängeln schöpfen manche Metallurgen, vor allen Professor Tunner in Leoben, die Ansicht, daß dasselbe nur für bestimmte Verhältnisse von Bedeutung sei und das ursprüngliche Bessemerverfahren nicht verdrängen werde. Dagegen wollen deutsche und belgische Hüttenleute schon so durchgreifende praktische Erfolge erzielt haben, daß sie das basische Verfahren auch zur Erzeugung von Schmiedeeisen für geeignet halten und der Ansicht sind, dasselbe würde die anderen Eisen- und Stahlerzeugungs-Processe und namentlich das Puddeln mit der Zeit vollständig beseitigen.

Angewandt wird der Bessemerstahl als Maschinengußstahl, zur Schienen-Fabrikation und zur Erzeugung von Gußstahl besserer Qualität durch Umschmelzen. Beim Schienenwalzen werden in manchen Werken namentlich die kleineren Blöcke direct ausgewalzt, während man die größeren erst unter schweren Hämmern verdichtet.

Zur Darstellung von Glühstahl werden gegossene Schienen oder dünne Stäbe aus weißem oder lichtgrauem Roheisen einem anhaltenden Glühen zwischen pulverisirtem Hammerschlag, Roth- oder Spatheisenstein, Zinkoxyd, Braunstein ꝛc. unterworfen, welche den Kohlenstoff des Eisens erst an der Oberfläche, nach und nach aber auch im Innern oxydiren. Der erhaltene Stahl ist von untergeordneter Qualität und die ganze Methode bisher sehr kostspielig und ohne praktische Bedeutung.

Das Adouciren, Tempern oder die Herstellung von schmiedbarem Eisenguß beruht auf ganz ähnlichen Oxydationsprocessen; dasselbe hat namentlich in den letzten zehn Jahren vielseitige Anwendung gefunden, da es aber nur bei fertig gegossenen Gegenständen in Verwendung kommt, werden wir später bei der Veredelung von Gußwaaren darauf zurückkommen.

Auch die auf dem Zusammenschmelzen von Roheisen mit gutartigen Erzen oder Eisenoxyd beruhende Darstellung von Uchatiusstahl und Breantstahl hat noch kaum praktische Erfolge aufzuweisen.

Cementstahl (Brennstahl; — converted steel, cemented steel, steel of cementation — acier de cementation) wird dargestellt durch starkes anhaltendes Glühen von Schmiedeeisen (reinem Feinkorneisen) in Kohlenpulver und bei Luftabschluß. Es nehmen dabei zuerst die äußeren Schichten Kohlenstoff auf, allmählich aber dringt derselbe auch in's Innere und das Product fällt um so gleichmäßiger, kohlenstoffreicher und härter aus, je länger das Glühen dauert. Dickere Eisenstäbe kohlen sich nur langsam oder gar nicht im Innern und zeigen dann auf der Bruchfläche einen Kern von ganz abweichendem Aussehen und Eigenschaften, Rose-

stahl (rose steel — acier à la rose). Ein Cementirofen enthält 1—3 parallelepipedische Cementirkästen (troughs — creusets, caisses) aus feuerfestem Thon, Ziegeln ꝛc., 2·5—4·8 M. lang, 680—950 Mm. breit, 730—950 Mm. hoch und auf Unterlagen freistehend. Die zu cementirenden Eisenstücke 40—140 breit und 3—20 dick, müssen mindestens 50 Mm. kürzer geschnitten werden als die lichte Länge des Kastens und soll ihr Gesammtquantum nicht viel über $^1/_3$ vom kubischen Inhalt des Kastens betragen. In letzteren kommt zunächst eine circa 60 starke Lage von dichten Holzkohlen in Erbsen- bis Haselnußgröße, darauf eine Reihe Schmiedeeisenstäbe, hochkant und mit Zwischenräumen von 6—15. Diese, wie überhaupt alle Zwischenräume werden mit Cementpulver aus Buchenholzkohle, oft mit einem Zusatz von Holzasche, oder angemengt mit einer wässerigen Lösung von Kochsalz und Potasche ausgefüllt. Ueber die Eisenlage kommt wieder eine 20 starke Schicht Cementpulver, auf letztere eine zweite Eisenschicht, und so fort, bis der Kasten voll ist. Die oberste Kohlenschicht, 100—120 Mm. stark, besteht aus schon gebrauchtem Cementirpulver, von welchem auch den tieferen Lagen 25—50 Procent zugefügt werden kann. Oben auf den Kasten kommt als Deckel eine Thonplatte oder auch eine Sandschicht. An Steinkohlen gebraucht man zum Heizen des Ofens 50—75 Kgr. per 100 Kgr. Stahl; auch Holz, Braunkohlen, Torf hat man angewandt. Die Feuerung ist so zu leiten, daß die Feuergase den Kasten von allen Seiten frei umspülen können; die Hitze wird bis zur Schweißtemperatur gesteigert und je nach der Größe des Ofens und des Einsatzes 5—14, im Durchschnitte sieben Tage darin erhalten.

Die Vorderwand des Kastens und eine entsprechende Stelle des Ofens sind mit Löchern versehen, welche für ge-

wöhnlich geschlossen sind, durch die man aber einige Probestäbe (éprouvettes) herausholen kann, um aus deren Bruch auf den Fortgang und die Beendigung des Processes schließen zu können. Ist letztere constatirt, so läßt man den Ofen sehr langsam (circa 14 Tage lang) abkühlen. Für bessere Waaren unterbricht man wohl den Proceß und glüht die Eisenstäbe nochmals bei ganz oder theilweise erneuertem Kohlenpulver (doppelcementirter Stahl). Die absolute Gewichtszunahme der eingesetzten Stäbe soll $^1/_2$—$^3/_4$ Procent betragen, auch das Volumen hat zu-, das specifische Gewicht aber um 1—2 Procent abgenommen. Das Product ist spröde und rissig, ohne hart zu sein, der Bruch ist grobkörnig bis großblätterig, die Oberfläche zeigt mehr oder weniger Blasen (Blasenstahl — blister steel, blistered st. — acier boursoufflé, poule, ampoulé), die von Kohlenoxydgas herrühren sollen, welches sich durch Reduction der im Eisen enthaltenen Schlackentheilchen gebildet hat. Beschleunigt wird der Cementproceß durch Vermengung des Cementirpulvers mit den oben erwähnten Substanzen, ferner mit Kreide oder Kalk, calcinirter Soda, kohlensaurem Baryt und durch ganzen oder theilweisen Ersatz der Holzkohlen durch animalische Kohle; auch hat man, nicht ohne guten Erfolg Cementstahl dadurch erzielt, daß man weißglühendes Schmiedeeisen einige Zeit der Einwirkung von Leuchtgas und anderen Kohlenwasserstoffgasen aussetzte.

Das Einsetzen ist im Grunde nichts anderes als ein Cementiren an der Oberfläche und eignet sich zu diesem Verfahren, welches die Erzielung einer äußerlichen Härte und Polirfähigkeit bezweckt, am besten Feinkorneisen und Temperguß. Da dasselbe auch nur bei fertiger Waare vorkommt, übergehen wir es an dieser Stelle und kommen später darauf zurück.

Durch Zusammenschmelzen von Schmiedeeisen mit Kohle wird in Indien der unter dem Namen Wootz (wootz, indian steel) bekannte Stahl erzeugt. In Europa hat man ihn dadurch nachgeahmt, daß man kleine Schmiedeeisen- oder Stahlstücke in Kohlenpulver so lange glüht, bis sie sich in Kohleneisen, eine leicht zu pulvernde, dunkelgraue Masse verwandelt. Diese wird dann mit reiner Alaunerde gepulvert in einem verschlossenen Tiegel längere Zeit der Weißglühhitze ausgesetzt; dadurch wird sie weiß und spröde und giebt bei 6—8 Procent Zusatz dem gewöhnlichen Stahl die Eigenschaften des Wootz. — Parrystahl ist ein theueres, aber reines Product aus Schmiedeeisenspänen und -Abfällen, welche im Cupolofen geschmolzen und darauf dem Bessemerverfahren unterworfen werden.

Schmiedeeisen mit reinem Roheisen zusammengeschmolzen, giebt ebenfalls Stahl und werden dabei oft auch noch oxydirende Zuschläge, Hammerschlag, geröstete Erze ꝛc., zugesetzt. Hierher gehört das schließliche Kohlen beim Bessemerproceß durch Spiegeleisenzusatz und eine seltener angewandte Methode zur Darstellung von Tiegelgußstahl. Bekannter und seit 15 Jahren vielfach im Großen ausgeführt ist das Zusammenschmelzen in Siemens' Regenerativ-Flammöfen nach dem Siemens-Martin-Verfahren (open hearth process). In einem solchen Ofen werden circa 500 Kilogramm Roheisen eingeschmolzen, während man in einem zweiten das Schmiedeeisen nahe bis zur Weißgluth erhitzt; letzteres wird dann in Partieu von 200 Kilogramm so lange dem Roheisenbade zugesetzt, bis die Gesammtmenge desselben circa 3000 Kilogramm beträgt. Gewöhnlich treibt man auf diese Weise die Entkohlung wie beim Bessemern über den gewünschten Gehalt der Fertigproduction hinaus und setzt schließlich wieder ein entsprechendes Quantum

Spiegeleisen oder Ferromangan (ferromanganese) hinzu, einer Legirung von Eisen mit sehr viel, 40—50, selten bis zu 80 Procent Mangan und circa 6 Procent Kohlenstoff. Zur Controle des Processes rührt man mit Krücken im Bade um und nimmt von Zeit zu Zeit Schöpfproben. Das Siemens-Martin-Verfahren ist in der Anlage billiger als das Bessemern und gewährt den großen Vortheil, Altmaterial, namentlich alte Stahlschienen in großem Maßstabe verarbeiten zu können, doch setzt es die Verwendung sehr reiner Rohmaterialien voraus, weil eine Abscheidung von Schwefel und Phosphor bisher noch nicht erreicht werden konnte; durch diesen Umstand ist ihm das Bessemern bis heute überlegen geblieben. — Außer Alteisen und Eisenabfällen hat man vielfach auch geröstete reine Erze und Hammerschlag zugesetzt und das Verfahren in dieser Richtung hauptsächlich im Landore-Proceß weiter ausgebildet. Man hat bei diesem 5000 Kgr. Bessemer-Roheisen mit 2500 Kgr. Abfalleisen binnen 4—5 Stunden in einem Ofen verschmolzen, dann allmählich in weiteren 4—5 Stunden durch 1350 Kgr. geröstetes Moctaerz (60 Procent Magneteisenstein) in ziemlich großen Stücken, fast vollständig entkohlt und schließlich Spiegeleisen oder Ferromangan zugesetzt. Das Product wird bei beiden Processen in Form von Ingots gewonnen.

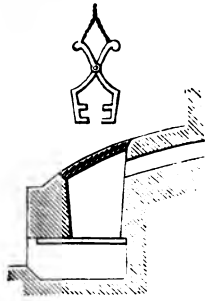
Zum Raffiniren oder Gerben von Stahl (shearing, refining — raffiner, corroyer) nimmt man eine der vorbeschriebenen Rohstahlsorten und unterwirft dieselben, um ein gleichmäßiges Product zu erzielen, einem wiederholten Ausschmieden und Zusammenschweißen. Der gewonnene Gärbstahl (shear steel, refined st. — acier corroyé, raffiné) eignet sich zu den feinsten Arbeiten. Meist wird der Rohstahl zu 30—40 Mm. breiten, 2—3 starken und 600 langen

Schienen oder Platten ausgeschmiedet, sechs, acht und mehr solcher Flachstäbe zu einem Paquet (Garbe, Zange) zusammengelegt, unter dem Hammer gehörig verschweißt und zu einem Quadratstab ausgeschmiedet. Durch Zerschneiden Paquetiren und wieder Zusammenschweißen findet wohl noch ein zweites und drittes Raffiniren statt, doch verursacht ein solches jedesmal wieder 6—12 Procent Abbrand; das erste Raffiniren verursacht einen Calo von 20—25 Procent und Steinkohlenverbrauch von 100 Procent. Durch lange anhaltendes Glühen bei Luftabschluß vor dem Schmieden wird das Raffiniren sehr befördert und ein noch homogeneres Product erzielt.

Gußstahl zeichnet sich vor allen anderen Sorten stets durch größere Gleichförmigkeit aus und wird gewonnen durch Umschmelzen von fertiggebildetem Rohstahl in Tiegeln, und zwar nimmt man zur Bereitung von Werkzeugstahl vorwiegend Cementstahl, für Achsen, Radreifen 2c. Puddelstahl, für Kanonen u. dgl. aber Bessemerstahl als Rohmaterial. Dasselbe wird in Stücke gebrochen und zu 15 bis 25 Kgr. in kalten oder vorgewärmten Tiegeln (skillets — creusets), welche mit einem Deckel verschlossen werden geschmolzen, oft, wenn stärkere Kohlung erwünscht, oder wenn der vorhandene Procentsatz erhalten werden soll, unter Zusatz von Holzkohlenstückchen. Ein Zusatz von Schmiedeeisenabfällen macht den Stahl weicher und geschmeidiger; metallisches Mangan dagegen, Chrom, Wolfram, Titan 2c. lassen ihn feinkörniger und härter werden, während zuweilen ein Zusatz von Braunstein gegeben wird, um die Schlacke dünnflüssiger zu machen. Das Schmelzen erfolgt in kleinen Schachtöfen, häufiger aber in Flammöfen, namentlich mit Siemens'scher Regenerativfeuerung; dasselbe dauert, ehe der Stahl in vollen Fluß gelangt, 3—4 Stunden und werden

Beim Betriebe mit Holzkohlen, wird vielfach direct aus dem Hochofen gegossen, seltener bei Coakshochöfen, indem man das Gußeisen entweder beim Abstechen in die Formen laufen läßt oder mit schmiedeeisernen Kellen aus dem Vorherd schöpft. Es ist aber schwierig, die für den jedesmaligen Zweck am besten passende Eisensorte zu erzeugen, wogegen dieselbe sich beim Umschmelzen mit großer Sicherheit durch Gattiren verschiedener Roheisensorten und Altmaterial herstellen läßt; außerdem werden manche wünschenswerthe Eigenschaften, z. B. die Festigkeit, durch das Umschmelzen erhöht.

Fig. 21.



Um Roheisen in kleinen Partien und für gewisse subtile Zwecke, z. B. zum Gießen von Bijouteriewaaren, zu schmelzen, bedient man sich wohl der Tiegel (crucibles — creusets) von feuerfestem Thon oder Graphit; ein bis neun solcher Tiegel stehen in besonderen Oefen zusammen, welche durch directen Zug (Fig. 21) oder mit Anwendung von Gebläseluft geheizt werden. Der Einsatz 10—25 Kgr. kleingeschlagenes Eisen wird zum Schutze gegen das Verschlacken mit Kohlenstaub oder Schlacken bedeckt; trotzdem beträgt der Abbrand 7—15 Procent je nach Reinheit des Eisens, der Brennmaterialverbrauch, je nach Größe und Einrichtung des Ofens, 50—100 Kgr. Holzkohlen, resp. 30—75 Kgr. Coaks per 100 Kgr. Roheisen.

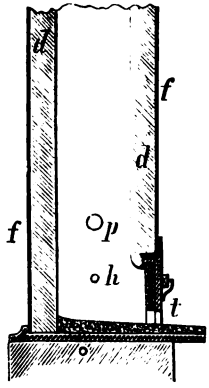
Flammöfen (air furnace, reverberatory f. — fourneau à réverbère) gestatten die Anwendung billigen Brennmaterials und sichern, da das Eisen mit letzterem nicht in Berührung kommt, eine gleichmäßige Qualität und dichte Beschaffenheit der Gußstücke. Die Ofenconstruction unter-

scheidet sich von der eines Puddelofens hauptsächlich durch den aus Sand gebildeten Herd, welcher von der Feuerbrücke allmählich gegen den Fuchs zu fällt, während die Böschung nach der Fuchsbrücke viel steiler ist; am tiefsten Punkte befindet sich das Stichloch. Das Roheisen wird, direct auf der geneigten Ebene liegend, durch die Flammen zum Schmelzen gebracht, welche, meist ohne einen Kessel zu passiren, in den 18—24 M. hohen Schornstein geht. Die mit den Feuergasen durchstreichende atmosphärische Luft dient zum Entkohlen dunkelgrauer Roheisensorten um so mehr, je stärker der Zug ist und je länger der Weg, den das abschmelzende Roheisen bis zu dem durch eine Schlackendecke gegen Oxydation geschützten Eisenbad durchläuft. Je nach der Construction und dem Fassungsraum des Ofens von 800 bis 10.0000 Kgr. schwankt der Eisenverlust von 6—20 Procent und der Brennmaterialverbrauch von 50—100 Kgr. Steinkohlen (100—150 Holz, 150—200 Kgr. Torf) per 100 Kgr. einzuschmelzenden Roheisens. Zum Einschmelzen großer Blechwalzen und anderer massiver Gußstücke von großen Dimensionen sind die Flammöfen nahezu unentbehrlich.

Weitaus am gebräuchlichsten sind aber die Cupolöfen (cupola, cupolo furnace — fourneau à la Wilkinson, à manche, à coupole, cubilot), deren für Coaks mindestens 2—3½ M., für Holzkohlen 4½—6½ M. hoher Kernschacht auf einer kräftigen, gußeisernen Bodenplatte o von feuerfesten Steinen d d mit einem Mörtel aus Chamottemehl oder Thon und Sand aufgeführt und mit einem Mantel aus Eisenblech f, seltener gußeisernen Platten umkleidet ist (siehe Fig. 23). Unten ist ein Schlackenstichloch h und noch etwas tiefer in der Ofenbrust das Eisenstichloch t. Das Roheisen wird meist unter Zusatz von Bruchguß, Dreh-

und Bohrspänen, sowie, zur Schlackenbildung, von Kalkstein und ähnlich wie beim Hochofenbetriebe mit Brennmaterial in abwechselnden Schichten aufgegeben und mit Hilfe des durch die Windleitung, die Düse p, und die 300—600 über dem Herdboden liegenden Formen mit einer Pressung von 100—160 Mm. Quecksilber für Coaks und 30—60 für Holzkohlen eintretenden kalten, seltener erhitzten Gebläsewindes niedergeschmolzen. Der Boden wird auf der Platte o aus einem Gemenge von feuerfestem Thon und Quarzsand 150—200 hoch aufgestampft. Je nach der Weite des durchweg gleichen oder sich nach oben verjüngenden und meist kreisrunden, seltener 4, 6 oder 8eckigen Querschnitt zeigenden Schachtraumes in der Formhöhe, welche von 450—2000 Mm. schwankt, producirt ein Cupolofen 1000—12.000 Kgr. in der 12stündigen Schicht bei einem Brennmaterialaufwande von 10—40 Kgr. Coak oder 15—70 Kgr. Holzkohlen per 100 Kgr. Roheiseneinsatz und einem Eisenverlust von 3—10 Procent. Nach einer anderen Angabe rechnet man per Kilogramm stündlich zu schmelzenden Eisens $1—1^1/_4$ Qu.-Cm. Querschnitt.

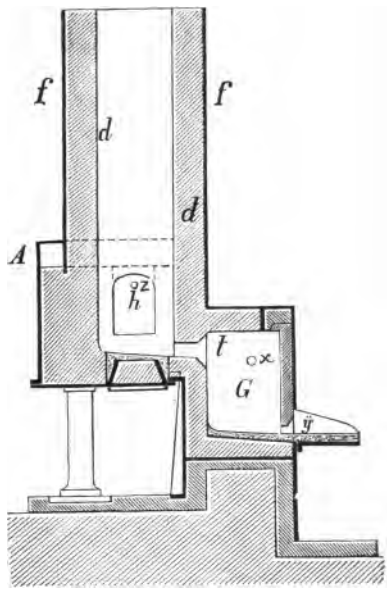
Fig. 22.



Für große Gußstücke läßt man das ganze Eisenquantum ansammeln, welches der Ofen fassen kann, vergrößert auch wohl den Sammelraum in der Weise, daß man zwei oder mehrere Reihen Formen übereinander anbringt und mit der unteren Reihe zu blasen aufhört und sie verstopft, sobald das Eisen sich bis zur Höhe derselben angesammelt hat. Für kleineren Betrieb. Batterie-[illegible] findet man häufig, wie beim Hoch-

ofen einen Vorherd, aus dem das Eisen mit Gießkellen geschöpft wird. — Bei der belgischen Calebasserie besteht der ganze Cupolofen aus einem, an einer Feuermauer aufgestellten, eisernen und mit Thon ausgefütterten, oben und unten offenen Schacht (tour de feu), von circa 1 Meter Höhe, welcher auf einem vorgewärmten und zum Schutz gegen die Abkühlung in Sand vergrabenen, als Sammelherd dienenden Kessel (creuset, calebasse) steht. — Auch findet man den Vorherd ganz vom Ofenschacht getrennt und vor- oder seitwärts gestellt. — Um nach beendigter Schmelzung das noch unverbrannte Brennmaterial retten und den Ofen überhaupt rasch entleeren zu können, stellt man den Cupolofen mit der Grundplatte wohl auf Säulen und bringt inmitten der letzteren eine nach unten sich öffnende Thür vom Durchmesser des Schachtes an; bei dieser Anordnung muß allerdings der Herd nach jeder Charge neu gemacht werden. Bei neueren Cupolöfen (Krigar's System) tritt der Wind in einen außerhalb um den Ofen liegenden Windmantel A (Fig. 23) und von da durch drei oder mehrere Oeffnungen h ohne allen Druck in den Ofen. Bei den Krigar-Oefen wird

Fig. 23.



auch noch ein Vorherd G angebracht, in welchem das Eisen durch den Canal t fließt.

Die Schlacken werden durch die Oeffnung x, das Eisen durch das Stichloch y abgelassen, z ist ein Schauloch zum Beobachten des Ofeninnern. Diese Oefen zeichnen sich namentlich durch geringen Brennmaterialverbrauch aus.

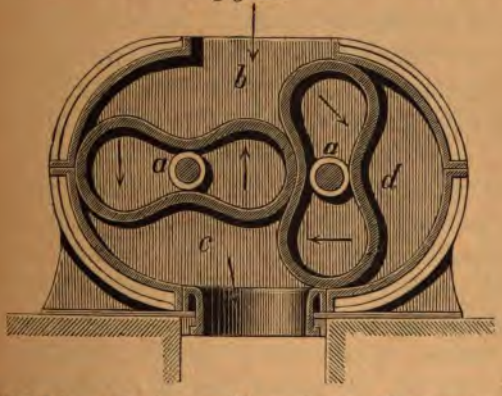
Von der Windmenge, welche mit möglichst geringem Druck und gleichförmiger Vertheilung einzuführen ist, hängt das Quantum des in der Zeiteinheit verbrannten Brennstoffes und niedergeschmolzenen Eisens ab und werden zur Erzeugung desselben fast nur noch Centrifugal-Gebläse angewandt; die ältere Construction: die Schiele'schen Ventilatoren werden in vier Sorten ausgeführt, für welche die hauptsächlichsten Daten aus folgender Zusammenstellung hervorgehen:

Geschmolzenes Eisen Kgr. per Stunde	Kbm Wind per Minute	Durchm. der Flügel	Umdrehungen per Minute	Kraftbedarf Pferdestr.	Diameter der Austrittsöffn.
1800	450	400	4500	2¼	185
3000	850	500	3000	4	250
6500	2000	750	2250	8	375
12000	4000	1000	750	12	500

Die Roots-Blower oder Kapselgebläse (Fig. 24) gestatten gegenüber dem Centrifugal-Gebläse, welches vortheilhaft nicht mehr als 300 Mm. Wassersäule-Spannung liefert, unschwer, Windpressungen bis zu 800 hervorzubringen. Wie die Figur 24 zeigt, drehen sich innerhalb eines gußeisernen Gehäuses zwei Flügel a a um horizontale Achsen in entgegengesetzter Richtung; die Flügel aber sind derartig geformt, daß sie ähnlich wie Zahnräder ineinandergreifen, resp. der eine Flügel den anderen immer

auf einer Stelle berührt; Ein- und Auslaß der Luft stehen einander gegenüber. Solcherart entstehen gewissermaßen bewegliche und stets wechselnde Kammern zwischen den Flügeln und der Gebläsewand, von denen die eine b mit dem Lufteinlaß, die zweite c mit dem Luftauslaß in Verbindung steht, während die dritte d ringsum abgeschlossen ist und die aufgenommene Luft von dem Eingange nach dem Ausgange zu fortschiebt. Vor den Centrifugal-Gebläsen haben die Kapselgebläse noch den Vortheil geringerer Umdrehungs-

Fig. 24.



geschwindigkeit und dann ist auch der Wirkungsgrad ein wesentlich besserer. Die Hauptdaten sind folgende:

Aeußere Dimensionen			Gewicht	Windleitung	Windmenge	Pferdekräfte	Eisen per Stunde	Diameter des Cupolofens	Tourenzahl
Länge	Breite	Höhe	Kilo	Diam.	Kbm.		Kilo		
1100	800	700	350	140	28·3	2	—	—	400
1400	920	760	550	200	56·6	3	3048	610— 760	400
1700	920	810	750	250	84·9	5	4572	760— 920	350
2010	1220	1015	1050	300	128·8	7	8128	920—1220	325
2310	1220	1065	1375	350	181·8	9	12192	1220—1500	300

Auf ähnlichen Grundsätzen beruht das Krigar'sche Schraubengebläse. Zwei nebeneinander in einem gußeisernen Gehäuse gelagerte horizontale Walzen drehen sich wie die Flügel des Roots'schen Gebläses in entgegengesetzten Richtungen und sind mit je zwei steilen und hohen Schraubengängen versehen, welche genau in zwei entsprechende schraubengangförmige Nuthen der anderen Walze eingreifen; von außen aber sind die Gänge genau durch das Gehäuse eingeschlossen (bei den sogenannten einfach wirkenden Schraubengebläsen ist nur die eine Walze mit zwei Schraubengängen, die andere mit Nuthen versehen). Auf diese Weise entsteht zwischen den beiden Gängen jeder Walze ein schraubengangförmig, gewundener Canal, dessen eines Ende mit dem Einlaß und dessen zweites Ende mit dem Auslaß in Verbindung steht (Ein- und Auslaß befinden sich an den Stirnseiten des Gehäuses einander gegenüber); und bei der Drehung der Walzen wird die in diesem Canale eingeschlossene Luft ununterbrochen nach dem Ausgange hin gedrückt, während am Eingange frische Luft zuströmt. Die theils von dem Gehäuse, theils von der zweiten Walze luftdicht abgeschlossenen Gänge wirken hierbei ebenso wie ein Kolben, welcher die Luft vor sich her bewegt und hinter sich frische Luft ansaugt. Man rühmt als Vorzüge dieses Gebläses einen ruhigen, geräuschlosen Gang, hohe erreichbare Windspannung und einen günstigen Wirkungsgrad; es lassen sich diese auch wohl durch den Umstand erklären, daß ein genauer Anschluß der einzelnen Theile, gleichbedeutend mit einer vollkommenen Dichtung, bei diesem Gebläsesystem leichter als bei dem Roots'schen zu erreichen sein wird. — Dagegen sind die auf dem Princip des Injectors beruhenden Körting'schen Dampfstrahl-Gebläse für Gießereibetrieb ebensowohl wie für

Schmiedefeuer nicht geeignet, weil die großen Quantitäten mitgerissener Wasserdämpfe abkühlend wirken.

Vom Ofen in die Form läßt man das geschmolzene Eisen entweder direct durch den Masselgraben laufen, wobei sich dann die größeren Formen in einer Dammgrube vor dem Ofen befinden, oder in Pfannen und Kellen, in denen es an die Formen transportirt wird. Die meist schmiedeeisernen Gießkellen oder Handpfannen (ladle — hand-ladle cuiller, poche) sind große, tiefe und runde Löffel, welche vom Arbeiter an circa 1 M. langen Stielen getragen werden und 15—35 Kgr. Eisen enthalten; die auf dem Eisen schwimmenden Schlacken- oder Oxydtheile (sullage — scorie) werden mit dem Krampstock, einem beliebig geformten Holzstück, oder vermittelst eingehängter Schutzplatten beim Ausgießen des Eisens am Mitlaufen verhindert. Zum Transport größerer Quantitäten bis zu 300 Kgr. dienen Gußpfannen in Kesselform, Gabelpfannen (shank — chaudière), ebenfalls meist aus Schmiedeeisen, welche von zwei, vier oder mehr Personen an horizontalen Tragstangen, Bügeln oder Gabeln getragen werden. Für größere Güsse bedient man sich mehrerer Gabelpfannen gleichzeitig oder umfangreicher, mittelst Krahn bewegter Pfannen (Krahnpfannen — crane ladle), welche bis zu 800 Kgr. fassen und bei denen zum Umkippen und Ausgießen maschinelle Vorrichtungen angebracht sind. Nur selten wendet man statt derselben Kipp-Pfannen, welche neben der Form stehend, mit kleineren Pfannen angefüllt werden, fahrbare Blechkasten, feststehende Sümpfe oder Teiche an. Das Eingießen (pouring) selbst muß ohne Unterbrechung erfolgen, da beim Absetzen stets die Cohäsion des Gußstückes in mehr oder weniger bedeutendem Grade beeinflußt wird (Kaltguß, kaltgüssiges Stück); auch ist der richtige Hitzegrad von größter

Wichtigkeit, da kaltes Metall die Formen ungenügend ausfüllt und überhitztes sowohl diese anfrißt und zerstört als auch übermäßiges Schwinden hervorruft.

Die von dem flüssigen Eisen auszufüllenden Höhlungen oder Vertiefungen, deren Gestalt die äußere Form des Gußstücks bestimmt, heißen Formen (mould — moule) und die Herstellung derselben nennt man Formerei (moulding — moulage). Im Allgemeinen verlangt man von einer Form, daß sie mindestens einen Guß aushält, ohne durch Schmelzen, Zerspringen oder Verbrennen Schaden zu erleiden, und daß sie alle Details möglichst scharf und vollkommen wiedergiebt, so daß die Nacharbeit auf das geringste Maß beschränkt wird. Außerdem soll die Form das Gußstück nicht zu rasch abkühlen, und ist es daher nothwendig, dieselbe aus schlechten Wärmeleitern anzufertigen und sorgfältig zu trocknen, manchmal auch anzuwärmen. Die Masse der Form soll nicht zu fest am Gußstück kleben oder anbrennen, weshalb man sie inwendig meist mit einem dünnen Ueberzuge von Kohlenstaub oder nach Umständen anderen pulverförmigen Substanzen versieht. Je nach dem angewandten Material, Sand, Lehm oder für feste bleibende Formen Gußeisen, unterscheidet man Sandgießerei, Lehmgießerei und Schaalen- oder Coquillenguß. — Bei den meisten Gußwaaren ist die Form aus mehreren Theilen zusammengesetzt; in die Fugen zwischen denselben drängt sich gerne das Eisen ein und bildet die Gußnähte (seam — couture, bavure), erhabene Streifen, welche aber bei gut gearbeiteten Formen nur dünn sein dürfen.

Zur Vermeidung blasiger Güsse und unvollkommener Ausfüllung entlegener Theile der Formen muß man für Luftlöcher, Windpfeifen (air holes, vent h. — évents) sorgen, deren äußere Mündungen aber, um das

Auslaufen zu hindern, den obersten Punkt der Form überragen müssen; dasselbe gilt auch für die Eingüsse oder Gießlöcher (tedge, runner — git, jet), welche man wohl noch aus dem Grunde höher legt, um durch den Druck der flüssigen Metallsäule den Inhalt der Form zu verdichten und um dieselbe auch während des Schwindens dadurch voll zu erhalten, daß das Metall im Gußloche (verlorener Kopf, Gießkopf, Anguß — sullage piece, runner, feeding head — saumon, masselotte, jet) trichterförmig nachsinkt oder nachsackt.

Das Schwinden (shrinkage, contraction — retraite) entsteht durch die entgegengesetzten Wirkungen der oben erwähnten geringen Ausdehnung im Augenblicke des Erstarrens und der beträchtlicheren Zusammenziehung des äußerlich schon festgewordenen Eisens. Die lineare Zusammenziehung (Schwindung in einer Richtung) beträgt bei dunkelgrauem Gußeisen $^1/_{125}$, bei weißem und lichtgrauem $^1/_{63}$, durchschnittlich kann man 1 Procent annehmen; das Flächen-Schwindmaß ist doppelt, das kubische dreimal so groß. — Des Schwindens wegen ist es oft nöthig, bei hohlen oder mit großen Oeffnungen versehenen Gußstücken den Kern, d. h. den in der Höhlung oder Oeffnung befindlichen Theil der Form, sofort nach dem Erstarren des Gußstückes ganz oder theilweise zu entfernen, resp. zu verkleinern, um das Zerreißen der Wandungen des letzteren zu verhindern. — Das Saugen (tassement) besteht entweder in der Bildung innerer Höhlungen (souflures) oder flachgrubenartiger Einsenkungen an der Oberfläche und findet seine Erklärung darin, daß beim Schwinden des langsamer erstarrenden Innern großer Gußstücke entweder die früher fest gewordene Außenschicht — dem äußeren Atmosphärendruck folgend — einsinkt, oder wenn dieselbe schon stark genug ist, um diesen Druck er-

tragen zu können, ſich zwiſchen ihr und dem Innern luftleere Räume bilden. Das Werfen (Ziehen, Verziehen — distorting — se déjeter) endlich iſt die Folge ungleichmäßiger Zuſammenziehung benachbarter Theile, wenn ſelbe ungleich ſtark ſind, oder auch nur raſch und ungleichmäßig abgekühlt werden.

Zur Herſtellung der Formen, namentlich aus Sand, iſt in der Regel ein Modell aus trockenem Holz (Gußmodell — pattern, foundry p.) erforderlich, deſſen äußere Geſtalt der des fertigen Gußſtückes ähnlich, aber etwas größer iſt, (Modellformerei — moulage au modèle) und aus deſſen Gewicht man das des entſprechenden Gußſtückes durch Multiplication mit folgenden Verhältnißzahlen findet: Fichten- oder Tannenholz 14·0, Linden- 13·4, Erlen- 12·8, Mahagoni- 11·7, Buchen- 9·7, Eichenholz 9·0, Zink 1·0, Gußeiſen 0·97, Zinn 0·89, Meſſing 0·84, Blei oder Hartblei 0·64.

Von der Sandformerei im engeren Sinne (sand moulding, s. casting — moulage en sable) hat man noch die Maſſeformerei unterſchieden, bei welcher der Formſand (moulding sand — sable à mouler, s. de fondeur) durch natürlichen oder künſtlich hervorgerufenen Thongehalt knetbar und fähig wird, Eindrücke bleibend zu erhalten, Zuſammenhang zu haben, zu binden, zu ſtehen. — Guter Formſand muß feines und durchweg gleiches Korn haben, da ſonſt die Oberfläche der Güſſe rauh und mit Grübchen bedeckt erſcheint. Daher wird der rohe Sand oft zerſtoßen oder auf beſonderen Apparaten (Kollergänge, Kugelmühlen) gemahlen und ſorgfältig durchgeſiebt. — In Ermanglung natürlichen Formſandes miſcht man 86—92 Theile gepochten Sandſtein, 4—9 rohen oder gebrannten Lehm und 2—6 Eiſenoxyd für mageren, reſp. 80—90 Kieſelerde, 8—12 Thonerde und bis 11 Eiſenoxyd für fetten Sand. Kalk-

gehalt macht den Sand leicht ſchmelzbar und befördert auch ein nachtheiliges Anfritten an das Gußſtück. — Der Former beurtheilt die Feinheit des mit Waſſer angemengten, mit der Hand zuſammengekneteten Formſandes nach der mehr oder weniger deutlichen Wiedergabe der feineren Hautrunzeln, die Bindekraft durch Fallenlaſſen eines zuſammengeballten Klumpens von verſchiedener Höhe und die Einſaugfähigkeit oder Poroſität durch Begießen mit Waſſer bei vor- und nachherigem Wiegen. — Je nachdem das Formen im Sand vor dem Ofen auf der Hüttenſohle (dem Herde) oder in Käſten (Laden) von Holz oder Eiſen vorgenommen wird, unterſcheidet man Herdformerei und Kaſtenformerei.

Der magere Sand muß in feuchtem Zuſtande (grüner oder naſſer Sand — green sand — sable vert) verwendet werden, da ſeiner geringen Bindekraft wegen die Formen beim Trocknen abbröckeln oder auseinanderfallen würden. Sind die Formen ſo groß, daß die Wände aus Sand durch den Druck des Eiſens zerſtört werden würden, enthalten ſie überdies feine Verzierungen oder ſonſtige ſchwache oder weit vorſpringende Theile, welche gern wegbrechen, oder endlich, wenn die Gußſtücke ſehr weich ſein müſſen und auch äußerlich nicht durch den naſſen Sand abgeſchreckt und hart werden dürfen, ſo muß man von der Verwendung des im Uebrigen ſeiner Wohlfeilheit halber ſtets vorgezogenen Sandes abſehen und Maſſe oder Lehm verwenden. — Die ſich beim Eingießen des heißen Eiſens im feuchten Sande entwickelnden Dämpfe werden, theilweiſe zerſetzt als brennbares Gas (Waſſerſtoffgas) in den durch Einſtechen mit Draht oder Einſchieben von Blechröhren mit durchlöcherten Wänden nach Bedarf gebildeten Luftlöchern an die Oberfläche der Form geleitet, wo ſie zur Vermeidung des Explodirens größerer Gasanſammlungen

sofort angezündet werden müssen. Die trockenen Holzmodelle sind, wie oben bemerkt, nach allen Richtungen circa 1 Procent größer zu nehmen, als die fertigen Gußstücke, und bedient man sich zu ihrer Anfertigung eines Schwindmaßstabes (contracting rule), welcher die üblichen Längenmaße um obigen Procentsatz größer angiebt. Uebrigens müssen die Modelle sehr sorgfältig und so gearbeitet sein, daß sie gut loslassen, d. h. aus dem Sand gehoben werden können, ohne Theile desselben wegzureißen; die Oberfläche soll glatt und trocken sein und dem Sand keine Gelegenheit bieten, hängen zu bleiben; hölzerne Modelle werden meist gefirnißt, metallene vor dem Gebrauche angewärmt. Während für manche, namentlich hohle Gußstücke, die Modelle aus zwei oder mehr Theilen bestehen müssen, lassen sich die Formen für andere Gegenstände durch wiederholtes Abformen eines Theilmodells herstellen. Runde Gegenstände können sogar häufig ganz ohne Modell, mittelst einer, um eine Achse drehbaren Schablone von Eisenblech oder Holz eingeformt oder vielmehr im Formsand ausgeschnitten werden (Schablonenformerei — moulage à la trousse).

Zur Herdformerei (open sand casting — moulage à découvert) eignen sich nur solche Gegenstände, an denen mindestens eine Begrenzungsebene vollständig wagerecht (nach oben) gelegt werden kann und von Verzierungen vollkommen frei ist. Für diese Methode muß sich der Formsand zwischen den Fingern noch deutlich körnig anfühlen, da feiner Sand der Luft und den Dämpfen keine Gelegenheit zum Entweichen bietet und unter den meist großen Flächen sich keine Luftabzüge anbringen lassen; um die Porosität noch zu erhöhen und gleichzeitig die Wärmeleitungsfähigkeit abzuschwächen, mischt man den frischen, scharf getrockneten oder gelinde gebrannten Sand sorgfältig mit circa $^1/_3$ Maßtheil gepulverter

Holzkohle, Steinkohle oder Coaks und je nach Umständen mit gebrauchtem Sand. Mit dem so zubereiteten Formsand wird der tüchtig umgegrabene und mit Lineal und Setzwage genau horizontal eingeebnete Herdsand circa 20—30 Millimeter hoch durch ein Sieb beschüttet und das Modell mit einem hölzernen Hammer in diese angefeuchtete Sandschicht eingeklopft; dann wird dasselbe ringsum bis zur oberen Fläche mit Sand eingedämmt, durch Einstechen mit Draht eine Anzahl schräg bis unter das Modell reichende Windpfeifen gebildet, eine Rinne zum Eingießen des Eisens (Einguß) vom Modell ausgehend im Sande ausgetieft und schließlich nach dem Ausheben (lifting — demouler) des möglichst nach unten zu verjüngten und mit festen oder provisorischen Handgriffen versehenen Modells die gewonnene Form mit glatten Streich- oder Dämmbrettchen geglättet und nachgeputzt (ausgedämmt — avivé). Stark vorspringende Formtheile sichert man gegen das Fortbrechen durch Einstecken langer eiserner Drahtstifte (Former- oder Gießerstifte) oder bildet sie für sich aus Lehm, brennt sie und fügt sie beim Nachputzen ein. Zum Schluß wird dann noch die ganze Form durch Schütteln eines leinenen Beutels mit feinem Kohlenstaub überpudert (dusting, blakening — soupoudrer), um das Anhängen des Sandes, die Bildung von leichtschmelzigem kieselsauren Eisenoxyd zu verhindern und auch die abkühlende Wirkung des feuchten Sandes zu vermindern. In den Einguß, welcher auch für mehrere neben einanderliegende Formen gemeinschaftlich dienen kann, wird das Eisen aus den Pfannen gegossen, während man es bei einem einzigen großen Gußstück direct aus dem Ofen fließen läßt, oder auch wohl erst in einer Grube genügenden Vorrath ansammelt, um vor Störungen und unvollständigem Vollwerden der Formen sicher zu sein und

die Füllung auch rasch und ununterbrochen bewirken zu können. Sollen mehrere neben einanderliegende Formen direct aus dem Ofen vollaufen, so bildet man auf dem Herd eine Hauptrinne, verbindet mit dieser die einzelnen Eingüsse direct oder durch Nebenrinnen und sperrt diese zunächst bis auf eine mit lehmbestrichenen Schaufeln ab. Kurz vor vollständigem Vollaufen der ersten Form wird die den Zufluß zu einer zweiten absperrende Schaufel fortgenommen und zum Absperren der ersten benützt u. s. w. In größeren flachen Formen wird der Ausbreitung des rasch steif werdenden Eisens durch Fortschieben mit eisernen Krücken nachgeholfen. Durch Bedecken der Oberflächen mit Kohlenstaub oder Formsand sucht man die allzu rasche Abkühlung und die Oxydation zu verhindern und ebenso das Verziehen großer dünner Platten durch Beschweren mit Gewichten.

Bei Ambossen, Pochstempelschuhen und anderen Gegenständen, welche auf einer Seite große Härte haben müssen, bildet man den Boden oder die eine Seite der Form durch eine mit Graphit oder Kohlenstaub geschwärzte Eisenplatte, welche gleich nach dem Erstarren des Gusses herausgezogen wird, um durch die frei eintretende Luft die Abkühlung zu beschleunigen und ein Wiederweichwerden der abgeschreckten Fläche zu verhindern. Den Uebergang zur Kastenformerei bildet der verdeckte Herdguß für Gegenstände, welche auf beiden Seiten glatt oder verziert sein sollen. Man bedeckt bei demselben die durch das Einformen des Modells entstandene Oeffnung mit einer oder mehreren Eisenplatten, welche auf der Unterseite glatt oder mit den entsprechenden Vertiefungen versehen sind.

Die Kastenformerei (sand casting between flasks — moulage en chassis) läßt sich schon für viel complicirtere Gußformen anwenden, runde und flache, massive

und hohle Gegenstände lassen sich mit derselben herstellen. Je nach der Gestalt der Modelle werden zwei, drei und mehr Formkästen (Laden box, flask — chassis) übereinandergesetzt und können dieselben je nach Bedarf wieder senkrecht je in zwei Hälften getheilt werden. Eine Art verdeckten Herdguß wendet man sehr häufig bei großen Gegenständen an, indem man die Unterseite des Modells in den Herd formt und die Oberseite in einen Formkasten, welcher dann an Stelle der obenerwähnten Deckplatte über die Formhöhlung gedeckt wird. — Die Kästen sind verschieden hohe Rahmen von Holz oder Eisen, deren obere und untere Oeffnung nach Bedarf während des Formens durch lose Deckel (Formbretter — moulding board — planche à moule, p. de fonte) verschlossen werden kann. - Die Verbindung der aufeinander gestellten Kasten erfolgt durch Zapfen und Ringe, die der senkrecht getheilten Hälften durch Hakenriegel und Oesen. Zum Festhalten des Sandes werden hölzerne Kasten inwendig mit Leisten, eiserne mit Zacken oder in Abständen von 80—130 Mm. mit eingekerbten Querrippen versehen, welche fast die ganze Tiefe des Kastens einnehmen. Bei großen Kästen nimmt man Hängeisen, Gehänge oder eingehängte eiserne Leisten (gaggers — barres) zu Hilfe oder hölzerne Querstäbe (stays), 150 Mm. von einander entfernt und mit vielen S-förmigen Haken versehen; auch durch Benetzen solcher Zwischentheile mit Lehmbrei befördert man das Anhängen des Sandes. Manchmal richtet man auch Formkästen so ein, daß sie durch Einschalten oder Fortnehmen einzelner Theile nach Bedarf vergrößert, respective verkleinert werden können. — Der Formsand für die Kastenformerei ist meist feiner als zur Herdformerei und erhält nur circa 8 Procent Kohlenstaub beigemengt, da es mehr auf vorzügliche Bindekraft und Wiedergabe der feinsten Verzierungen als auf Porosität

ankommt. Das Raumverhältniß zwischen dem Gußstück und dem aufgewendeten Formsand soll circa 2:1 sein und die Wandstärke des letzteren an der dünnsten Stelle circa 40 Mm. Um Sand zu sparen, macht man die Formkästen für runde Gegenstände wohl ebenfalls rund, für Röhren cylindrisch ꝛc. Um die Endflächen zweier neben- oder übereinanderstehender Formkästen ohne Beschädigung trennen zu können, bestreut man dieselben mit trockenem Sand (Scheidesand — parting sand — sable brulè) oder feinem Ziegelmehl.

Wenngleich das Einformen mittelst besonderer Formmaschinen in neuerer Zeit immer mehr Eingang findet, namentlich bei massenhafter Erzeugung weniger, gleichbleibender Gußstücke, so ist doch die Handformerei vorläufig noch die Regel. Dieselbe wird auf einem Brett vorgenommen, welches man über einen, Formsand enthaltenden Kasten oder auf einen niedrigen Tisch, die Formbank, legt; letztere wird, um von allen Seiten bequem an den Formkasten kommen zu können, wohl drehbar eingerichtet. Große Stücke werden, um den unbequemen Transport der fertigen Form zu vermeiden, auf dem Herde und auch wohl in der Dammgrube eingeformt. Das Feststampfen des in den Formkasten eingeschaufelten, besser eingesiebten Sandes geschieht mit Stampfern (batte) von Holz oder Eisen; der Einguß, welcher wie beim Handformen den höchsten Punkt der eigentlichen Formhöhlung überragen muß, wird durch Einstampfen eines hölzernen, nach unten verjüngten Zapfens (runnerstik), seltener durch Ausschneiden mit einem Messer gebildet, und gleichzeitig werden, wie früher beschrieben, die Windpfeifen eingestochen. Bei mehreren, in einem Kasten eingeformten Gegenständen genügt ein Haupteinguß und eine Hauptrinne (ridge, chenal principal), von dem aus auf-

wärts gerichtete Abzweigungen nach den einzelnen Formen führen, oder es steht nur die erste mit dem Einguß direct in Verbindung und die anderen mit diesem wieder durch Zweigcanäle. Als letzte Arbeit vor dem Gusse werden die Formen inwendig mit Kohlenstaub, Kienruß u. dergl. geschwärzt (smoke — noircir) — Coaksstaub ertheilt dem Gußstücke eine hübsche blau-graue Farbe — und die Formkästen mit Gewichten, Roheisenstücken ꝛc. beschwert.

Bei massiven Gegenständen, welche eine ebene oder wenig vertiefte Seite haben, legt man das Modell mit dieser auf ein Formbrett, stellt einen Kasten darüber, stampft ihn mit Sand voll, streicht die ebene Fläche mit einem Lineal gleich, legt ein zweites Formbrett auf und dreht den Kasten mit den beiden Brettern um. Nach Entfernung des nun oben liegenden ersten Brettes setzt man den zweiten Kasten auf den ersten und stampft ihn auch voll. Das Modell liegt also ganz im ersten Kasten und läßt sich nach dem Abheben des zweiten leicht wieder herausholen. Um bei Massen-Fabrikation eines Gegenstandes das Einpassen und und Ausheben des Modells ꝛc. zu ersparen, gießt man wohl zwei Formkästen mit Gyps in der Weise aus, daß sie mit dem Modell übereinstimmende Erhöhungen und Vertiefungen haben und erhält dann die beiden Hälften der Gußform ohneweiters durch Einstampfen von Sand. Bei massiven Gegenständen ohne flache Seite wendet man ein zweitheiliges, in der Ebene des größten Querschnittes getheiltes Modell an, legt die eine Hälfte desselben mit der Schnittfläche auf das Formbrett, stampft sie ein, wie oben beschrieben, dreht den Kasten um, befestigt die zweite Modellhälfte mit Stiften und Löchern auf der ersten und stampft über derselben den zweiten Kasten voll ꝛc. Arbeitsersparniß bietet bei oft abzuformenden Gegenständen die Plattenformerei (plate

moulding — moulage sur plaque), bei welcher für einen ersten Abguß die beiden Formkastenhälften in geringer Entfernung gehalten werden, so daß eine eiserne oder bronzene Platte erzielt wird, welche auf jeder Seite Erhöhungen gleich der halben Gestalt des Gußstückes besitzt. Beim weiteren Einformen wird nun diese Platte an Stelle des Modells benützt. Auch formt man Kugeln zu mehreren Stücken gleichzeitig auf die Weise ein, daß man sie in solche Löcher starker Platten einlegt, aus welchen genau die Hälfte des Modells hervorragt; glatte Innenflächen ertheilt man den Formen runder Gegenstände am einfachsten durch Drehen des Modells. — Lange Gußstücke mit gleichbleibendem Querschnitt formt man wohl nach und nach über einem kurzen Modellstück, und für Schraubenspindeln muß das Modell ohne Auseinandernehmen des Formkastens aus demselben durch schraubende Fortbewegung entfernt werden; den Kopf formt man dabei in einem dritten Kasten für sich ein.

Dünne durchbrochene Gegenstände mit eintheiligem Modell werden eingeformt, indem man dieselben zur Hälfte in den Sand des Unterkastens (bottom flask, drag — chassis inférieur) eindrückt und den Oberkasten (top flask — contre chassis, ch. supérieur) wie oben beschrieben, über die herausragende Hälfte einformt, und bleibt der Sand in den Durchbrechungen als Sandkern stehen; dickere Stücke werden mit zweitheiligem Modell eingeformt. Räder sind auf die erste Weise zu behandeln, und zwar liegt bei elliptischem oder rundem Querschnitt der Speichen und des Kranzes das Modell in jedem Formkasten zur Hälfte, bei geradlinigem Querschnitt besser und bei konischen Rädern immer ganz im Unterkasten, so daß der Oberkasten nur als Decke dient, oder — bei gerippten Speichen — die den oberen Rippen entsprechenden Vertiefungen enthält. — Um das kostspielige

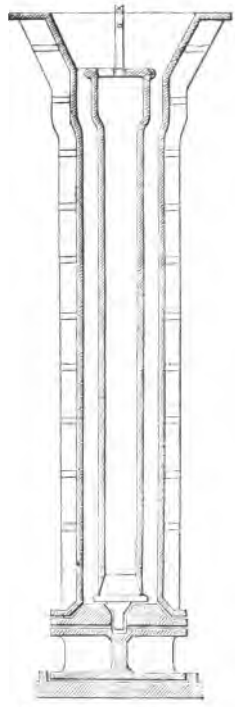
Ausarbeiten von ganzen Radmodellen zu ersparen, formt man in einem festen oder drehbaren Kasten ein Modell von Nabe, Speichen und einem Theil des Kranzes ein und dann nach und nach die Zähne mit Hilfe eines Segmentstückes, welches einige Zähne enthält und entweder von Hand oder mit besonderen Räderformmaschinen; oder man nimmt ein ähnliches Modell, dessen Kranzbreite nur um etwas über die Höhe des Zahnes hinausgeht und reiht dann am inneren Rande der Formhöhlung zur Bildung der Zahnlücken Sandkerne aneinander, welche in besonderen Kernkasten aus Messing, Zinn oder Zink gebildet wurden; oder schließlich, man formt diese Sandkerne in einer offenen Schablone und unter Zuhilfenahme des nach der Zähnezahl eingetheilten Kreises. Alle diese Methoden bieten den Vortheil, daß man Räder mit den verschiedensten Zahnformen über einem einfachen Modell der Mitteltheile herstellen kann. Aber auch dieses läßt sich theilweise ersparen, z. B., indem man Radkranz und Nabe mittelst im Kreise gedrehter Schablonen oder beides und auch die Speichen durch Einsetzen geeigneter Sandkerne bildet. — Um das Abreißen der Speichen beim Abkühlen des Gusses zu vermeiden, giebt man denselben eine gekrümmte Form, welche eventuell ein geringes Strecken gestattet, und bei größeren Rädern vermeidet man die Spannung im Kranze zweckmäßig durch Einschalten eines schmalen Sandkernes, den man nach dem Erstarren sofort entfernt; durch die entstandene Lücke, welche später verschraubt wird, ist dem Kranz ein freieres Zusammenziehen ermöglicht.

Für jedes hohle Gußstück ist ein K e r n (core — noyau) erforderlich, dessen Gestalt und Größe genau der Höhlung entspricht und um den das Eisen beim Gießen herumfließt, so daß er im erstarrten Gusse die entsprechende Aussparung

bewirkt (Kernguß — cored work, casting on a core — fonte en creux, coulage à noyau). Bei Röhren macht man das Modell aus Eisen, Zinn oder Messing und in Gestalt einer in der Längsrichtung getheilten Röhre, in welcher man um eine mittlere schmiedeeiserne Stange den beiderseits etwas aus der Form herausragenden Kern durch Einstopfen festen Sandes bildet. Modell und Kern werden dann ineinandersteckend in einem zweitheiligen Kasten eingeformt; vor dem Gießen wird der sorgfältig getrocknete Kern wieder in die Form gelegt, in welcher dann nur noch der röhrenförmige Raum freibleibt, den beim Einformen das Modell eingenommen hatte. — Denselben Zweck erreicht man mit einem massiven zweitheiligen Holzmodell, dessen äußere Dimensionen denen des zu erzeugenden Rohres gleich sind, und welches auf gewöhnliche Weise im zweitheiligen Kasten eingeformt wird. Den Kern formt man ebenfalls als massiven Cylinder gleich dem innern Durchmesser des Rohres, aber etwas länger als dieses, aus einem durchlöcherten Blechrohr, welches außen mit Stacheln zum Festhalten eines Lehmüberzuges versehen ist, oder aus einer Eisenstange, auf welcher die Lehmschicht durch Umwickeln mit einem Strohseil festgehalten wird; auch umformt man eine solche Eisenstange (Spindel — Axe, Spindle — troussau) wohl in einer eigenen zweitheiligen Form, dem Kernkasten (core box — boite à noyau), mit fettem oder magerem Sande. — Gegossen werden die Röhren theils horizontal liegend und dann durch mehrere Eingußlöcher gleichzeitig, theils unter 45 Grad geneigt, meistens aber in neueren und gut eingerichteten Gießereien vertical stehend, wie Figur 25 zeigt. Hierbei soll das Muffen-Ende des Rohres stets nach oben gekehrt sein, damit das an und für sich schwächere Sitzende unter dem hohen Drucke der flüssigen Eisensäule dichter und

fester werde, während die ohnehin viel stärkere Muffe unter dem Aufguß der flüssigen Eisensäule des verlorenen Kopfes und rundumgehenden Trichterrandes schon widerstandsfähig genug wird. Auch können hierbei Modell und Formkasten, also die äußere Form, sowie auch die Kernspindel und der Kern in einer Länge und ungetheilt hergestellt werden und besteht die zum Gusse fertige Form also nur aus zwei, sich vollkommen centrirenden und fest ineinander schließenden Theilen. — Dampfmaschinen-Cylinder werden in ähnlicher Weise eingeformt wie Röhren, doch hat man dabei neben dem Hauptkern noch eine Anzahl in besonderen Kernkästen anzufertigende Nebenkerne nöthig.

Fig. 25.



Töpfe und andere hohle Gegenstände, welche nur eine Mündung haben, werden immer stehend gegossen. — Stärkere Kerne für Töpfe, Pfannen, Kessel 2c. formt man, das Modell umgestürzt mit der offenen Seite nach unten, wobei ihm wohl noch durch Einstecken langer Drahtstifte oder Eisenstangen Festigkeit verliehen wird; kleinere Kerne werden dagegen möglichst hängend angeordnet, z. B. bei Hohlkugeln. — Das Einfüllen des Eisens geschieht entweder durch ein oberes, mittleres Loch oder durch einen neben der Formhöhlung heruntergehenden Canal, der unten in die letztere einmündet. Das Eisen steigt hierbei nicht nur langsam im Innern der

Form von unten auf, schont die Wandungen und den Kern, sondern treibt auch die Luft vor sich her und durch zweckmäßig angebrachte Windpfeifen hinaus (Gießen mit Steigrohr — couler à cale).

Der einfachste Gegenstand der eigentlichen Potteriewaaren- oder Topfgießerei, ein Gefäß, welches sich innen und außen nach dem Boden zu verjüngt, kann im gewöhnlichen zweitheiligen Kasten und nach einem ungetheilten Modell geformt werden. Dasselbe wird zunächst umgestürzt in einem Oberkasten eingeformt, welcher höher ist als das Modell, so daß dasselbe ganz von Sand umgeben ist, während zugleich mitten über dem Boden das keilförmige Eingußmodell eingeformt wird a (Fig. 26). Dann kehrt man den Kasten um, setzt den niedrigen Unterkasten auf und stampft sowohl die den Kern bildende Höhlung des Modells als auch den Unterkasten selbst voll. Für Henkel werden besondere zweitheilige Theilformen von Lehm oder fettem Sand über hölzernen oder metallenen Modellen gebildet, sorgfältig gebrannt und beim Einformen an das Modell angesetzt. Beine werden gleich an dem Topfmodell festsitzend und mit diesem eingeformt und dann durch dessen Inneres entfernt, ehe man es mit Sand füllt; oder auch man setzt sie separat auf den Boden des Gefäßmodelles und läßt sie nach oben offen, so daß sie gleichzeitig als Windpfeifen dienen. — Bei größeren Kesseln formt man wohl ohne Unterkasten, indem man den Kern durch ein Loch des Modelles aufstampft. — Mörser unterscheiden sich von solchen Töpfen durch einen unten angebrachten Verstärkungsring und werden über einem — in der Ebene des kleinsten Durchmessers in einen cylindrischen Theil und ein Bodenstück getheilten — Modell und in einem dreitheiligen Kasten eingeformt, von welchem der Mitteltheil (middle flask) genau

so hoch ist als das ganze Mörsermodell sammt seinem Bodenstück, während der den Kern tragende Unterkasten und der das Gießloch a und die Windpfeifen enthaltende Oberkasten von nur geringer Höhe sind. Aus dem Mittelkasten läßt sich der Cylindertheil nach unten, das Bodenstück nach oben herausheben. — Ein Bauchtopf, wie ihn Figur 26 im Durchschnitt als fertig eingestampftes Modell zeigt, möge als Beispiel eines complicirteren Gußstücks dienen. Das Modell ist dreitheilig, und zwar bildet der Boden mit den Füßen, oder wie in der Skizze mit einem Fußrande, ein Stück für sich und der oben und unten offene Hauptkörper des Modells ist durch einen senkrechten Schnitt in zwei gleiche Hälften getheilt. Dagegen ist der Formkasten viertheilig und besteht aus einem Unterkasten zur Stütze des Kernes, einem senkrecht getheilten Mittelkasten, genau so hoch wie das Modell, und dem Oberkasten, welcher den Einguß und die Windpfeifenausgänge enthält; dieser letztere könnte aber auch das Bodenstück und die Füße enthalten, so daß die horizontale Theilung der Formkästen in derselben Ebene erfolgt, wie die des Modells und die Mittelkästen nur den Hauptkörper ohne das Bodenstück enthalten. Das Einformen bietet wenig von dem früher Beschriebenen Verschiedenes; beim Herausholen nimmt man den Oberkasten ab, entfernt das Modell des Bodenstückes aus demselben, wenn dasselbe nicht wie im oben beschriebenen ersten Falle im Mittelkasten steckt, zieht des letzteren beide Hälften seitwärts vom Modell ab und entfernt auf gleiche Weise die beiden Theile des Modellhauptkörpers vom Kern. Uebrigens werden Bauchtöpfe auch vielfach mittelst Schablonen und zweitheiligem Modell an-

Fig. 26.

gefertigt oder man bedient sich zum Einformen besonderer maschineller Vorrichtungen, wie Figur 27 eine solche, auf der »Marienhütte« bei Kotzenau gebräuchliche, darstellt. Auf die Tischhälften f f werden die beiden Hälften eines vertical getheilten Formkastens gesetzt, so daß jede derselben mit der entsprechenden Tischhälfte beweglich ist.

Fig. 27.

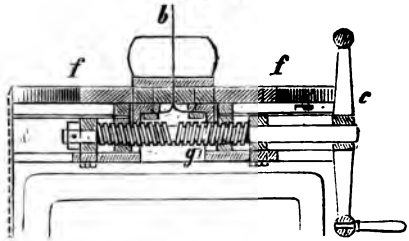
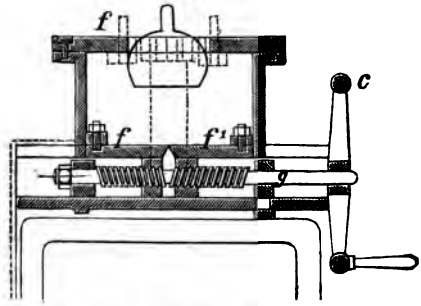


Fig. 28.



Nach dem Einstampfen des Kastens werden Tisch- und Formkastenhälften durch Drehen der mit Rechts- und Links-Gewinde versehenen Schraubenspindel g^1 mittelst des Handrades c auseinander geschoben, während die unbeweglichen Modelle b zurückbleiben. Zum Formen des Kerns dient eine ähnliche Vorrichtung (Fig. 28); nach Aufsetzen des aus einem Stück bestehenden Formkastens, von welchem aus in jedes Topfmodell ein eiserner Kernhalter reicht, wird die Höhlung des Modells und der Kasten eingestampft. Durch Auseinanderschieben der beiden Tischhälften f und f' mittelst der Schraube g und Handrad c, entfernen sich die Modellhälften von dem entstandenen Kern, während dieser zurück bleibt. Durch Zusammensetzen dieses Kastens mit Kern und

den beiden, die Mantelform enthaltenden Kastenhälften erhält man die zum Gießen fertige Form des Topfes.

Hohlkugeln werden in zweitheiligen Kästen über zweitheiligen Messingmodellen eingeformt, während man den Kern aus fettem Sande ebenfalls in zweitheiligen Kernkästen bildet und nach scharfem Trocknen an eine Kernstange, resp. Blechrohr in die Höhlung der Form einhängt; auch hat man als Kern dünne, eiserne Hohlkugeln angewandt, welche im Gußstück sitzen bleiben. — Das Einschließen von kleineren Kugeln in Hohlgeschossen und von anderen fremden Körpern, welche in dem Hohlraume des Gußstücks bleiben sollen, bewirkt man dadurch, daß man dieselben in den Sand des Kernes einlegt.

Harte Oberflächen erzielt man beim Kastenguß ähnlich wie bei der Herdgießerei, z. B. erhalten Achsenbüchsen durch eingelegte eiserne Kerne harte Innenflächen, und Eisenbahnräder harte Laufflächen durch herumgelegte eiserne Ringe. Formen für Räder läßt man auch rotiren (Centrifugalguß) und erzielt durch die Fliehkraft nicht nur eine größere Dichtigkeit des Eisens, sondern kann auch für den zuerst sich bildenden Kranz eine zum Abschrecken und Hartwerden besonders geeignete Eisensorte, für die Innentheile aber eine weichere und festere anwenden.

Die Vorzüge der Massenformerei, resp. des Massengusses besprachen wir schon früher, ebenso auch die Bildung von Kernen aus fettem Sand (Trockensand — dry sand — sable recuit, s. d'étuve oder étouvé). Der dazu passende Kernsand (coresand) soll grobkörnig und sehr porös sein, aber doch gut binden. Befördert wird namentlich letztere Eigenschaft und auch rasches Trocknen durch Anmengen mit Kochsalzlösung. — Im Uebrigen wird die Masse vor dem Gebrauch schwach gebrannt, gestampft, gesiebt und mit wenig

Wasser, schon gebrauchte mit Lehmwasser angemengt, seltener mit Coaksstaub versetzt. Das Formen geschieht in Kästen, welche der beim Trocknen erforderlichen Hitze halber von Eisen sein müssen; um feine Verzierungen möglichst scharf wiederzugeben, bestaubt man das einzuformende Modell mit ganz feinem Massepulver. Alle Formen aus Masse werden ebenso wie die Kerne am offenen Feuer oder in eigenen Trockenkammern (drying room, stove — étuve), aus festen Seitenwänden und einer auf Eisenschienen ruhenden Decke bestehend, durch heiße Luft oder Feuergase scharf ausgedörrt; feine und verzierte Formen werden demnächst über brennendem Kienholz oder Pech durch Anrauchen geschwärzt, während gröbere mit einer Schwärzflüssigkeit aus Lehmwasser, Kohlenstaub u. dgl. bestrichen und nachgetrocknet werden.

Die Lehmformerei (Lehmguß — loam casting, l. moulding — moulage en terre) ist kostspielig und zeitraubend und daher nur zum Einformen ganz großer Kessel u. dgl. — mit der Mündung nach unten — gebräuchlich, wenn das Modell gespart werden soll oder keine passenden Formkästen vorhanden sind. Guter Formlehm (loam — terre à mouler) soll bildsam und bindend und nicht zu sandig sein, um auch die feinsten Eindrücke aufnehmen und beim Brennen bewahren zu können; ferner muß er frei von fremden Beimengungen sein und beim Brennen möglichst wenig schwinden oder rissig werden. Gut durchgearbeitete Zusätze von gehacktem Stroh, Pferdemist, Kuh- und Kälberhaaren, Asbest ꝛc. dienen in dieser Beziehung zur Aufbesserung der Qualität; gebrauchter Lehm ist des Brennens wegen nicht wieder verwendbar.

Fertige Lehmformen bestehen aus dem Kern (nowel, core — noyau), dessen Aeußeres der innern Gestalt des Gußstücks entspricht, dem Hemd (Eisenstärke, Modell —

thickness — chemise, modèle), welches genau die Form des Gußstücks hat und dem Mantel (cope, case — chape, manteau).

Der Material- und Arbeitsersparniß und auch des Trocknens und Brennens wegen macht man den Kern meistens hohl und trägt den Lehm in 10—15 Millimeter starken Lagen auf, dazwischen immer sorgfältig trocknend. Die äußerste Schicht sowohl vom Kern als auch vom Hemd bestreicht man, um das Anhaften des letzteren auf dem Kern, respective des Mantels zu verhindern, mit in Wasser angerührter Asche. Der Mantel wird mit Messern in zwei oder mehrere Theile zerschnitten und vorsichtig abgehoben. Dann wird das Hemd weggebrochen, der Kern äußerlich und der Mantel innerlich ausgebessert, in Trockenkammern — größere Formen an Ort und Stelle — bei gelinder Temperatur (nicht über 200 Grad C.) gebrannt, mit in Leimwasser eingerührtem Kohlenstaub geschwärzt, zusammengesetzt und die Fugen äußerlich mit Lehm verstrichen; zwischen Kern und Mantel bleibt dabei ein mit Eisen zu füllender leerer Raum von der Form des Gußstückes. Zum Gießen werden die Formen in der Dammgrube fest mit Sand umstampft, wobei man Eingüsse und Windpfeifen aus in Oeffnungen des Mantels eingesetzten Lehmröhrchen bildet. Nach dem Erkalten des Gusses wird der Mantel zerschlagen und das Gußstück vom Kern abgehoben oder letzterer herausgestochen.

Die Bildung runder Lehmformen erfolgt durch Ausdrehen (trousser) mit, der Form des Gußstücks, entsprechend profilirten Brettern (Schablonen, Lehren — (templet — gabarit, calibre, échantillon), von denen eines für den oft gemauerten und nur äußerlich mit Lehm bekleideten Kern und ein zweites für das Hemd dient, während der Mantel meist aus freier Hand gebildet und durch eiserne

Schutzreifen gegen Bruch geschützt wird; zum Ausheben kleinerer Formen bedient man sich häufig einer mit Handkurbel um eine mittlere Spindel beweglichen Drehlade (founders lathe). — Sollen große Cylinder im Lehm gegossen werden, so mauert man den Mantel in der Dammgrube auf, bekleidet ihn inwendig mit Lehm und setzt den separat gefertigten Kern mit Krahnvorrichtung ein. Ovale Gegenstände werden mittelst besonderer mechanischer Schablonen-Vorrichtungen, meist aber, wie auch der sogenannte Kunstguß, aus freier Hand geformt. Für Kaliberwalzen bedient man sich zweitheiliger cylindrischer Formkästen, mit Löchern in der Mitte der Böden zum Lagern einer eisernen Spindel, welche von Hand gedreht wird und durch eine nach Bedürfniß verstellbare Schablone in der Sandfüllung der Kästen den Kalibern entsprechende Furchen und Rippen hervorbringt, die schließlich noch mit einer dünnen Lehmschicht bekleidet werden.

Die Schalengießerei wird trotz des Vortheils, die metallenen Formen (chills — coquilles) beliebig oft benutzen zu können, fast ausschließlich zur Erzeugung von Gegenständen mit abgeschreckter Oberfläche (Hartguß — chilled work, case hardened casting) benutzt und wird die Härtung um so vollkommener, je dicker die Formwände sind und je leitungsfähiger das betreffende Metall ist; Kupfer liefert dickere Hartschichten, doch wird des Preises halber meist Gußeisen genommen. Um das Zerspringen zu verhindern und eine gleichmäßigere, tiefere Härte zu erzielen, wärmt man die Formen auf circa 250 Grad an und schützt sie durch einen Ueberzug von Reißblei, Antimon oder Steinkohlentheer vor dem Einfressen des flüssigen Eisens. Hartgußgeschosse gießt man aus grauem Eisen in zwei, genau aufeinander passenden Halbkugelformen. deren jede ein halbes Gießloch besitzt und

Stifte, respective dazu passende Löcher zur Erleichterung des richtigen Zusammensetzens. Hohle Kugeln werden als Centrifugalguß ohne Anwendung eines Kernes gegossen, Drehmeißel zum Abschruppen von Gußwaaren auf der Drehbank gießt man zwischen dicken Platten, deren eine die ganze Form vertieft enthält.

Hartwalzen (case hardened oder chilled roller) werden stehend gegossen und erhalten auf dem Hauptwalzenkörper eine circa 12 Millimeter starke Hartschicht, während die Zapfen weich bleiben. Die Form besteht aus einem gewöhnlichen Unterkasten, einer mittleren, genau ausgebohrten Eisenschale, deren Wandstärke circa $^1/_3$ des Walzendurchmessers beträgt, und aus einem Oberkasten. Die vorgewärmte für Kaliberwalzen zweitheilige Schale paßt genau in Nuthen der beiden Kästen und wird mit denselben durch Schrauben fest verbunden. Beim Aufstampfen des Unterkastens und Umstampfen der Schale in der Dammgrube wird der tangential einmündende Steigcanal (auch wohl zwei diametral gegenüberstehende) mittelst eines besonderen Modells ausgespart, so daß das flüssige Eisen in rotirend wirbelnder Bewegung von unten nach oben steigt und alle Unreinigkeiten mitten auf seiner Oberfläche sammelt. Beim Anschweißen, respective Angießen von Walzenzapfen wird die Bruchfläche mit einer entsprechend hohlen Lehmform umkleidet und sorgfältig, oft unter Zuhilfenahme von Gebläsewind, angewärmt. Dann läßt man das aufgegossene Eisen so lange durch seitliche Oeffnungen in der Form im Niveau der Bruchfläche abfließen, bis diese durch Sondiren mit Eisenstäben angefressen und weich erscheint; dann werden die Löcher zugestopft und die Form voll gegossen. Beim Schwenkguß (Stürzen) wird zur Herstellung sehr dünnwandiger Kunstgüsse geschmolzenes Eisen in die mehrtheilige,

wohl zusammengefügte und vorgewärmte eiserne Form gegossen und nach wenigen Secunden der größere, noch flüssige Theil durch Umstürzen ausgegossen.

Das Weichmachen der Gußwaaren (Tempèrn, Anlassen, Adouciren — anneal, temper) zur Erleichterung weiterer mechanischer Bearbeitung besteht in vielen Fällen darin, daß man dieselben längere Zeit einer lebhaften Rothglühhitze bei Luftabschluß aussetzt und dann sehr langsam abkühlen läßt. Den Abschluß von der Luft bewirkt man durch einen Ueberzug von Lehm, durch Einhüllen mit Sand, Coaks- oder noch besser Holzkohlenpulver. Die meist mit Generatorgasen geheizten Oefen ähneln in ihrer Construction den früher beschriebenen Cementiröfen und enthalten die zu tempernden Gußstücke in Tiegeln von feuerfestem Thon oder Gußeisen, seltener in Cementirkästen von letzterem Material oder Schmiedeeisen; jedenfalls erfolgt die Abkühlung in den Glühgefäßen selbst und erfordert mehrere Tage. Das erhaltene Product zeigt alle charakteristischen Eigenschaften des grauen Eisens, dunkles, grobes Korn, Weichheit ꝛc.

Viel vollkommener erreicht man den vorgenannten Zweck durch das Adouciren im engeren Sinne, welches in einer Entkohlung der Gußwaaren besteht, in der Erzeugung von hämmerbarem oder schmiedbarem Gußeisen (annealed cast iron — fonte malleable). Dasselbe ist neuerdings sehr in Aufnahme gekommen und für die Herstellung kleinerer Gegenstände von complicirter Form ganz unentbehrlich geworden, da sich die Herstellungskosten derselben aus solchem Temperguß wesentlich billiger stellen als geschmiedete Stücke. An Festigkeit und Zähigkeit steht schmiedbarer Guß den letzteren allerdings immer nach, auch rostet es leichter, dagegen läßt er sich nicht nur in der Kälte sehr gut bearbeiten, sondern auch, wie schon der Name

anzeigt, bei schwacher Rothglühhitze schmieden. Ferner eignet er sich ganz vorzüglich zum Verzinnen, Vernickeln und Ueberziehen mit anderen Metallen, zum Einsatzhärten, resp. zur äußerlichen Umwandlung in Stahl und wird durch diese letzte Manipulation fast ebenso politurfähig wie bester Stahl.

Wesentlich erleichtert wird die Erzeugung von schmiedbarem Gußeisen durch die Anwendung kohlenstoffarmer, weißer, aber doch sehr gutartiger Roheisensorten und hoher Temperaturen beim Gießen, um diesen sonst sehr zähflüssigen Gattungen das scharfe Ausfüllen der Formen zu ermöglichen; aus denselben Gründen schmilzt man meist in Tiegeln ein und beschleunigt das Ausgießen selbst so viel wie möglich. Stehen keine passenden, kohlenstoffarmen Eisensorten zu Gebote, so wird die Entkohlung auch zweckmäßig beschleunigt durch Zusatz von sorgfältig reingehaltenen Dreh- und Bohrspänen, Drahtstiftenspitzen und sonstigen kleinen Abfällen von Stahl und Schmiedeeisen. — Die rohen, aber von den Eingüssen befreiten Gußstücke bettet man in cylindrischen gußeisernen Gefäßen von circa 150 Mm. Durchmesser und doppelter Höhe in sorgfältig bereitete oxydirende Cementirpulver, sauerstoffreiche Verbindungen, besonders Metalloxyde, welche einmal schnell und sicher den Kohlenstoff der Gußwaaren oxydiren, daneben aber auch frei sind von Schwefel, Phosphor und ähnlichen Stoffen, welche die Qualität der Waaren beeinträchtigen würden. Eins der vorzüglichsten Oxydationsmittel ist der natürlich vorkommende Rotheisenstein, Glaskopf oder Eisenglanz; in Ermanglung desselben findet Eisenhammerschlag, gerösteter Spath- oder Brauneisenstein Verwendung. Braunstein und Zinkoxyd sollen auch rasch und vorzüglich entkohlen, sich aber für Massen-Fabrikation zu hoch stellen.

Nach dem Einpacken der zu tempernden Gußstücke in die Tiegel gießt man zweckmäßig so viel gesättigte Kochsalz-Lösung auf, bis die ganze Masse gleichmäßig von derselben durchzogen ist, bringt obenauf wieder eine Lage von trockenem Cementirpulver und trocknet das Ganze sorgfältig. — Jeder solche Tiegel enthält 10—25 Kgr. Gußwaaren je nach deren Gestalt und Größe, und wird mit einem Futter von Kohlenklein in einen größeren Thoncylinder gesetzt, welcher seinerseits wieder mit einem Deckel und durch Verstreichen der Fugen mit Lehm luftdicht abgeschlossen und zu je 4—20 Stück in einen Flammofen gesetzt wird. Auch bei dieser Art des Weichmachens ist langsames Anwärmen bis zur Rothgluth, längeres Erhalten in derselben und langsames Abkühlen wesentlich und dauert der ganze Proceß 8—10 Tage. Doch hat man neuerdings und theilweise mit gutem Erfolge diesen Proceß zu beschleunigen gesucht und auch continuirliche Oefen, auf dem Princip der Ringöfen für Ziegeleien beruhend, angewendet.

Die Stahlgießerei findet wegen der erforderlichen hohen Temperaturen und der Dickflüssigkeit des Stahls, welche oft unvollkommenes Ausfüllen der Formen und blasigen Guß zur Folge hat, trotz der sonst ausgezeichneten Eigenschaften des Productes nur beschränkte Anwendung. Doch werden die Schmelz- und Gießmethoden immer mehr ausgebildet und verbessert und für neue Gegenstände angewendet. Als Formen werden sowohl verlorene aus feuerfestem Sand, Lehm oder einer Mischung von Chamottemehl und Thon benutzt, als auch für kleinere Massenfabrikate dauernde von Stahl oder Gußeisen. Letztere werden zweckmäßig mit Charnieren versehen, um sie nach dem Gießen sofort aufklappen und entleeren zu können. Zur Vermeidung von Blasen hat man außer den früher erwähnten Mitteln noch vorgeschlagen, den aus verschiedenen Tiegeln zusammen-

gegossenen Stahl vor dem Gebrauch einige Zeit stehen zu lassen oder auch einen luftleeren Raum um den Strom zu erzeugen, welcher die Luft aus dem Metall ansaugen soll, oder schließlich einen hohen Druck auf das flüssige Metall in der Form hervorzubringen, und zwar durch einen Gießkopf (bis 8 Meter hoch), durch Preßvorrichtungen oder sogar durch Entzünden von Schießpulver und anderen Explosionsstoffen. Aus einer Legirung von Gußeisen mit bis zu 50 Procent Gußstahl hat man vorzüglich Bremsklötze für Eisenbahnen gegossen und bei großen Ambossen eine Stahlbahn in der Weise erzeugt, daß man beim Einformen mit der Bahn nach unten eine Eisenplatte zum Härten als Boden einlegte und zuerst Stahl, dann Stahl und Gußeisen, schließlich aber und größtentheils nur Gußeisen einlaufen ließ.

Die Appretur oder Zurichtung der Gußwaaren, sofern sie nicht als weitere Verarbeitungsstufe in späteren Abschnitten besprochen wird, beschränkt sich auf das Beseitigen der Angüsse, Gußnähte oder sonstigen anhängenden Theile mit Meißel, Sägefeile oder Schleifstein, sowie auf das eigentliche Putzen (to fettle — ébarber), d. i. das Entfernen des anhängenden Sandes ꝛc. durch Stahldrahtbürsten oder neuerdings vielfach durch Sandstrahlgebläse; auch das Ausrichten etwa verzogener Stücke durch Beschweren mit Gewichten oder Klopfen mit hölzernen Hämmern sofort nach dem Guß gehört hierher und schließlich das Anstreichen mit Oelfarben und das Schwärzen feinerer Gußwaaren über Kienholzfeuer mit nachfolgendem Bürsten.

IV.

Fabrikation des Stabeisens (Handelseisens).

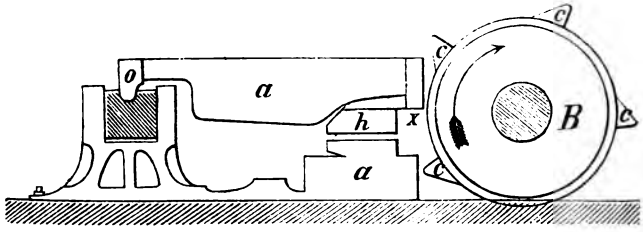
Die weitere Verarbeitung des durch die verschiedenen Hüttenprocesse gewonnenen schmiedbaren Eisens erfolgt auf Grund seiner Dehnbarkeit entweder im glühenden Zustande durch die Schläge eines Hammers (das Schmieden — to forge — forger), durch den Druck von Walzen (rolls, rollers — cylindres) und Preßvorrichtungen, oder in kaltem Zustande durch das Ziehen (draw — tirer). Zur Stabeisenerzeugung dienen aber nur die beiden erstgenannten Methoden.

Wie oben erwähnt, werden die vom Frischherde oder Puddelofen kommenden Luppenballen in der Regel unter schweren Wasser- oder Dampfhämmern zu regelmäßigen vier- oder achtkantigen Stücken (lumbs) verdichtet. In den früher ausschließlich, jetzt aber nur noch in beschränktem Maße betriebenen Hammerwerken zertheilt man diese Blöcke mit Hilfe eines aufgesetzten großen Meißels (Setzeisen — hacheron) unter dem Hammer in kleinere Stücke (Kolben, Schirbel — bloom — lopin, maquette) und verwandelt dieselben — seltener die ganzen unzertheilten Blöcke — durch Recken (Ausschmieden — tilting) in Stäbe, welche entweder direct als Stabeisen in den Handel gebracht oder auf bestimmte Länge zerschnitten, zu Paqueten zusammengelegt, zur Weißgluth erhitzt, und neuerdings unter dem Hammer zusammengeschweißt und zu feineren Sorten ausgereckt werden. Beim neueren Walzwerksbetriebe werden dagegen die geschmiedeten Luppen direct zu Rohschienen ausgewalzt; letztere werden ebenso paquetirt,

schweißwarm gemacht und dann auf Walzwerken zu Stäben ausgestreckt.

Eine gebräuchliche Form der Wasserhämmer zum Schmieden schwerer Luppen ist der Stirnhammer (marteau frontal) (Fig. 29), bei welchem der Angriff zum Heben vor dem Hammerkopf liegt. a ist der Stiel (Helm — helve, shaft — manche), in welchem vorn der Hammer h sitzt, o ist der auf einem meist durch Federn unterstützten Lager ruhende Drehpunkt des Helmes; diese drei Theile werden, wie in der Skizze, oft in einem Gußstück von 4—6000 Kilogramm gegossen. c c sind die an einer starken Welle B

Fig. 29.



sitzenden Daumen oder Frösche, welche, wenn sich die Welle in der durch Pfeile angedeuteten Richtung dreht, unter den Vorsprung x des Hammerkopfes treten, denselben hoch heben und nach kurzer Zeit wieder auf den Ambos a niederfallen lassen. Die Anzahl der Schläge per Minute ist 70—90, selten bis zu 100 und mehr, und die Hubhöhe schwankt von 300 bis 500 Millimeter. Der Ambos ist meist von Gußeisen und auf einem Untersatz von Gußeisen (chabotte) fest gekeilt, welcher seinerseits wieder auf einem circa 2 Meter langen, 1—1¼ Meter dicken, aufrechtstehenden Holzblock, dem Ambosstock (stock — billot), befestigt ist. Die Bahnen von Hammer und Ambos sind flach, viereckig und der Kraftverbrauch steigt

von 10 bis zu 20 Pferdekräften bei den schwersten Hämmern.

Fig. 30.

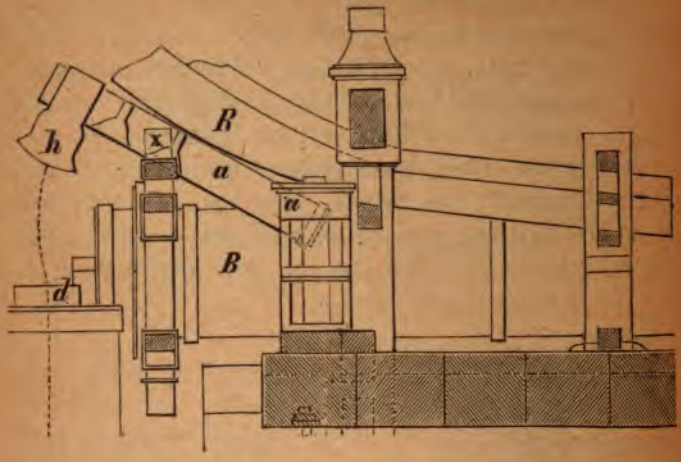
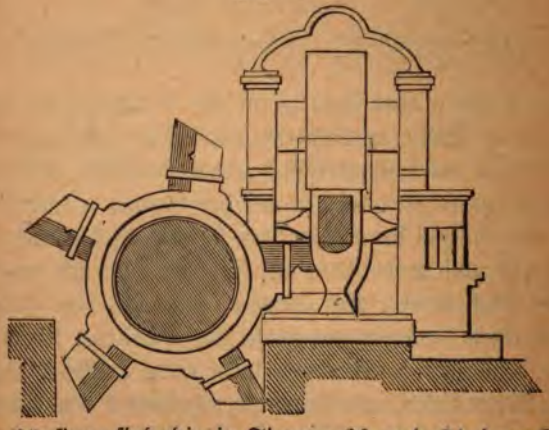


Fig. 31.



Noch häufiger sind die in Figuren 30 und 31 dargestellten Aufwerfhämmer (lift hammer — marteau à soule-

vement, m. à l'allemande), bei welchen der Angriffspunkt x zwischen Hammerkopf h und Drehachse a, aber näher an letzterer liegt. Um diesen letzteren Abstand wirkt die Angriffskraft ungünstiger als beim Stirnhammer, dagegen ist aber eine größere Hubhöhe möglich. Bewährte Verhältnisse je nach der Schwere der Luppe sind:

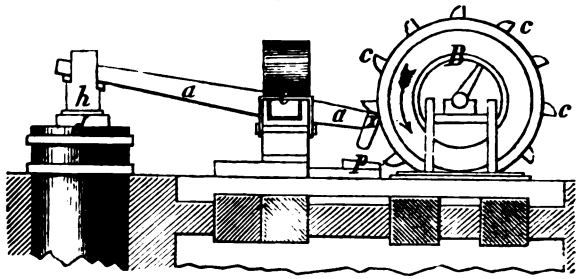
Gewicht		Hubhöhe des Hammers über der Ambossbahn in Millimetern	Schläge per Minute
der Luppe Kilogramm	d. Hammerkopfes Kilogramm		
25	250	390	160
30	300	420	140
40	400	445	120
50	500	495	100

Zum Ausrecken oder Ausschmieden von Eisen- und Stahlstäben dienen meist Schwanzhämmer (tilt hammer — martinet, marteau à queue oder à bascule) (Fig. 32) von 40—100, selten bis 400 Kgr. Hammergewicht und 100—400 Schlägen per Minute. Der Helm a stellt einen zweiarmigen Hebel vor, da der bei o gelagerte Drehungszapfen seine Länge in zwei ungleiche Enden im Verhältnisse von 1 : 2, 1 : 3, selten bis 1 : 4 theilt. Auf den kürzeren Arm bei x wirken die Däumlinge c niederdrückend und heben so den am längeren befindlichen Hammer h. Wie in Figur 30 beim Aufwerfhammer gezeichnet, schlägt auch der Schwanzhammer gegen einen elastischen Balken R (Reitel — rabat), und zwar in dem Augenblicke, wo er seinen Hub beinahe vollendet hat, oder man läßt, wie in Figur 32, das mit einem eisernen Prellstück x versehene Schwanzende gegen einen darunter liegenden eisernen Prellklotz (anvil) p aufstoßen; durch beide Einrichtungen erreicht man ein schnelleres Zurückwerfen des Hammers. Je nach den herzustellenden

Eisensorten unterscheidet man Reck-, Band-, Zainhämmer u. s. w.

Die Dampfhämmer (steam hammer — marteau à vapeur) haben unter vielen anderen den Hauptvorzug, daß ihre Bahn auch bei den größten Hubhöhen stets der Ambosbahn parallel bleibt, dann bedürfen sie verhältnißmäßig wenig Raum und lassen sich in fast unbegrenzten Dimensionen ausführen. Die hauptsächlich in Betracht kommenden Anordnungen sind folgende: Nasmyth legt den Dampfcylinder C auf den zwei Hammerständern S fest (Fig. 33) und läßt zwischen den senkrechten Führungsflächen

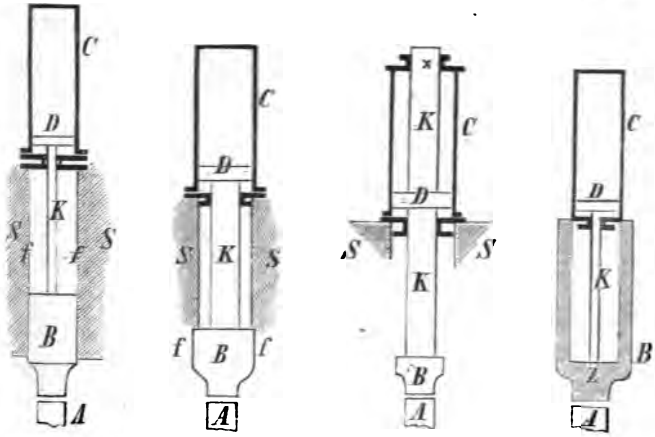
Fig. 32.



f f derselben den mit dem Dampfkolben D durch eine dünne Kolbenstange K verbundenen Hammerbär B auf- und abgleiten. Von diesem System unterscheidet sich die Daelen'sche Construction (Fig. 34) hauptsächlich durch eine dicke Verbindungsstange zwischen Dampfkolben und Hammerbär; die Lagerung des Cylinders auf und die Führung des viel kleineren Hammerbärs zwischen den Ständern ist der vorigen ähnlich. Morrison (Fig. 35) verlängert die Kolbenstange durch den Kolben und giebt ihr im oberen Cylinderdeckel eine zweite Stopfbüchsenführung, wogegen die Führung unten zwischen den Ständern fortfällt. Das Fallgewicht liegt

hierbei noch mehr in der Kolbenstange und ist der eigentliche Hammerbär viel leichter und kürzer. Eine gleiche Verringerung der Höhe erzielt Rillus, indem er den Cylinder mit dem oberen Ende zwischen den Ständern festhängt. (Fig. 36.) Der Hammerbär B ist ein Hohlcylinder und inwendig mit dem Dampfkolben D durch eine im unteren Boden bei Z befestigte dünne Kolbenstange K verbunden. Beim Heben des Hammers schiebt sich der cylindrische Bär um den Dampf-

Fig. 33. Fig. 34. Fig. 35. Fig. 36.



cylinder und findet an diesem seine Führung. Von den beschriebenen Systemen unterscheidet sich das von Condie (Fig. 37) hauptsächlich dadurch, daß der Dampfcylinder C gleichzeitig als Hammerbär B dient. Die Kolbenstange K ist durch den oberen Kolben D zwischen den Ständern S S festgehängt und vollständig unbeweglich; der Dampfcylinder schiebt sich auf einem zweiten, unteren Kolben D^1 und zwischen den zwei führenden Ständern in die Höhe und der Hammerkopf bildet den unteren Theil des Cylinders.

491626

Das letzte System endlich ist das von Voisin (Fig. 38), bei welchem sich der Hammerbär B zwischen den zwei feststehenden Dampfcylindern C und C_1 führt. Die beiden Kolbenstangen K und K^1 dieser Cylinder sind oben durch eine Traverse T verbunden, an welcher, in der Mitte zwischen beiden der Hammerbär an einer dritten Kolbenstange K^2 aufgehängt ist. In Deutschland und Oesterreich werden die Anordnungen von Daelen und Nasmyth am meisten angewandt, und zwar mit Oberdampf, d. h. der Dampf wirkt nicht nur beim Heben auf die untere Seite des Kolbens, sondern auch beim Niedergehen des Hammers zur Verstärkung des Schlages auf die obere Kolbenfläche (marteau pilon à double effet).

Fig. 37.

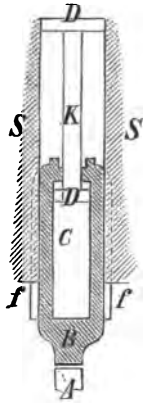
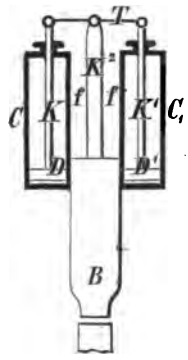


Fig. 38.

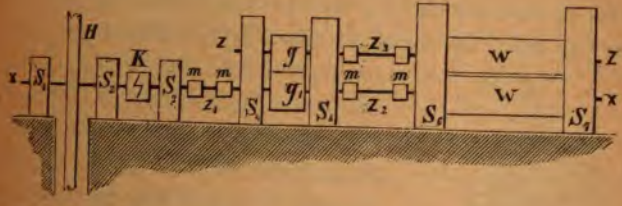


Die Steuerung der Hämmer soll möglichst einfach sein, Handsteuerung mit Wilson'schem Hahn ist sehr gebräuchlich, am besten aber entschieden eine Steuerung mit entlasteten Ventilen. Luppenhämmer sollen einerseits nahe an den Puddelöfen und andererseits an der Luppenstraße liegen, es genügt dann ein Hammer für 6—8 Oefen je nach Production und Qualität. Den Cylinderdurchmesser nehme man circa 460 Mm., den Hub höchstens $1^1/_4$ M., die Ambosfläche bis $^2/_3$ Qum. und das Fallgewicht 1500 bis 2500 Kgr. je nach Größe der Luppe.

Das Rohschienenwalzwerk (Luppenwalzwerk — puddlers rolls, roughing r., blooming r. — cylindres à

cingler, c. dégrossisseurs, c. ébaucheurs, c. préparateurs) ist in Figur 39 skizzirt und besteht in der Hauptsache aus zwei horizontal übereinander gelagerten Walzen W und W¹, welche mit mehreren spitzbogenförmigen (Fig. 40) oder rectangulären

Fig. 39.



(Fig. 41), um den ganzen Umfang laufenden und in sich selbst zurückkehrenden Furchen versehen sind. Dieselben bilden in der Berührungslinie der beiden Walzen Oeffnungen, Kaliber, durch welche der Reihe nach das glühende Eisen passirt. Zwischen den Furchen liegen schmale oder breitere Theile des ursprünglichen, cylindrischen Walzenkörpers, sogenannte Walzen- oder Bundringe. In Figur 39 ist H das Schwungrad der Walzenzugmaschine, dessen Achse in den Lagerböcken S_1 S_2 ruht. Die Uebertragung der Bewegung von dieser auf die Walzen erfolgt zunächst durch eine Klauenkuppelung K, dann weiter nach rechts durch eine im Ständer S_3 gelagerte Spindel, zwei Muffen m m mit zwischenliegender Spindel Z_1 auf die in den Ständern S_4

Fig. 40.

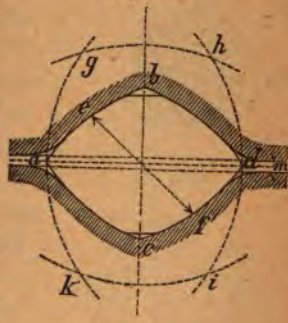
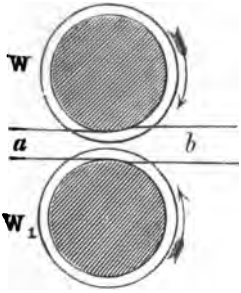


Fig. 41.

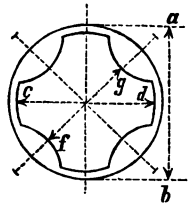
und S_5 ruhende untere Kamm- oder Getriebewalze g_1 und von dieser dann wieder einerseits durch Vermittlung eines Muffenpaares und einer Spindel Z_2 auf die Unterwalze W_1, andererseits aber auf die obere Getriebewalze g, welche ihrerseits wieder die Oberwalze W durch ein Kuppelungspaar m m und eine Spindel Z_3 in rotirende Bewegung setzt, und zwar so, daß sich dieselbe in einem der Unterwalze entgegengesetzten Sinne dreht. (Fig. 42.)

Fig. 42.



Wird nun ein Eisenstab a b zwischen die im Sinne der eingezeichneten Pfeile rotirenden Walzen W und W_1 gebracht, so ziehen diese ihn vermöge der entstehenden Reibung zwischen sich durch und drücken ihn von seiner ursprünglichen Höhe b auf das der Kaliberhöhe entsprechende Maß a zusammen; durch eine regelmäßige Höhenabnahme der aufeinanderfolgenden Kaliber aber wird der Eisenstab allmählich auf das gewünschte Maß reducirt.

Fig. 43.

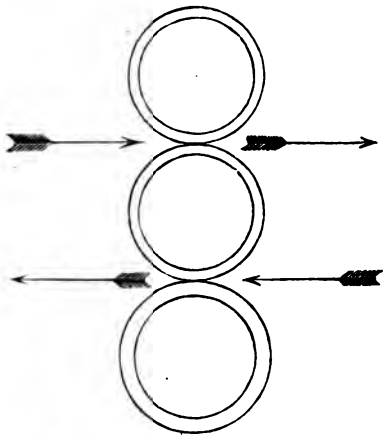


Auf dieselbe Weise, wie die Walzen W W_1 mit den Kammwalzen g g_1 verbunden sind, verbindet man nun mit ersteren ein zweites Walzenpaar, mit diesem ein drittes u. s. f.; das Ganze nennt man dann eine Walzenstraße oder -Strecke. Die Walzen bestehen aus einem mittleren Theile, dem Ballen, darauf folgt nach beiden Seiten je ein Laufzapfen, mit welchem die Walze in den Walzenständern eingelagert ist, und zwei Kuppelungszapfen, dessen Querschnitt aus Figur 43 zu ersehen. Die Länge des Ballens ist gleich seinem 2- bis 4fachen

Durchmesser; der Laufzapfen-Durchmesser ist durchschnittlich gleich 0·6 Ballendurchmesser und der Kuppelungszapfen-Durchmesser c d gleich 0·95 von dem des Laufzapfens. Die Oberwalze ist stets etwas stärker als die untere, damit sich der Eisenstab aus dem Kaliber der ersteren leichter loslöst; von der Unterwalze wird er durch Abstreifmeißel, sogenannte Hunde, entfernt. — Ferner müssen die Kaliber stets im Grunde schmäler sein als an der Oberfläche, weil sich sonst das Eisen in ihnen festklemmen würde; die Kaliberbreite muß, um den Stab bequem einführen zu können, stets etwas größer sein als die Höhe des vorhergehenden, wenn man ihn vor dem Einstecken um 90° dreht; sie muß größer sein als die Breite des vorhergehenden, wenn die Drehung 180° beträgt. Bei einer Drehung von 45° endlich, wie sie beim Uebergang aus einem Spitzbogen in ein Oval- oder Flachkaliber vorkommt, muß dessen Breite etwas größer sein als die Seite des Spitzbogenkalibers (e f in Figur 40). — Beim Beginn der Walzoperation, wenn das Eisen wärmer und weicher ist, kann man die Querschnitts-Abnahme aufeinanderfolgender Kaliber größer nehmen als später, und ebenso verträgt eine gute Eisenqualität wesentlich raschere Streckung als gewöhnliche Qualitäten. Zur Beschleunigung des Walzens und um das Eisen nicht nach jedem Durchgang über die Oberwalzen hinweg vor die Walze reichen zu müssen, wendet man häufig drei Walzen übereinander an. (Triowalzwerk, Figur 44) und läßt das Eisen, wie die Pfeile andeuten, abwechselnd zwischen der unteren und mittleren und zurück zwischen der mittleren und oberen durchgehen; auch versetzt man zwei Walzen durch Umsteuern der Maschine oder besondere mechanische Vorrichtungen nach jedem Durchgange des Walzstückes in eine der früheren entgegengesetzte Bewegung (Reversirwalzwerke).

Luppenwalzen haben, je nachdem auf denselben annähernd quadratische Knüppel (Zaggel) von 35—65 Mm. Seite oder annähernd rechteckige Rohschienen von 50, 65, 80, 90, 105, 130, 155, 185 und 260 Mm. Breite und 13—50 Mm. Stärke hergestellt werden sollen, nur Spitzbogenkaliber oder Spitzbogen- und Flachkaliber. Auch ordnet man oft auf dem ersten Walzenpaare sämmtliche Spitzbogenkaliber an und geht beim Rohschienenwalzen von dem passenden Kaliber derselben auf das zweite Walzenpaar über, welches die Kaliber für Rohschienen von verschiedener Breite enthält. Das erste Spitzbogenkaliber hat selten über 200 horizontale Breite und 150 Höhe; die Querschnittsabnahme beträgt durchschnittlich 100 : 75 und das Verhältniß von Breite und Höhe 6 : 5. Zur Construction eines Spitzbogenkalibers aus Breite und Höhe ermittelt man mit der ersten = a d (Fig. 40) im Zirkel von den Punkten a b c und d aus die Schnittpunkte g h i k, schlägt von dem letzteren aus die Bögen a b, b d, d c und c a stumpft die scharfen Ecken b und c und rundet a und d ab. Der Abstand m zwischen zwei übereinander liegenden Walzen beträgt 5—7, bei stufenförmiger Oberwalze für Flachkaliber (Fig. 45) aber nur 1—1½ Mm. Feinkorn- und Stahlknüppel walzt man vielfach, um Kantenrisse zu vermeiden, in Kalibern, welche dem Stab abwechselnd quadratische und

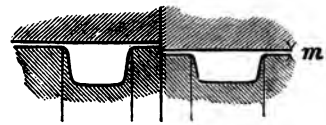
Fig. 44.



flache Formen mit stark gebrochenen Kanten geben. Den Ballendurchmesser nimmt man für Luppenwalzen 400—500, die Anzahl der Umdrehungen per Minute 40—60 je nach Größe der Luppen. Der Antrieb erfolgt meist wie in Figur 39 direct durch die Schwungradwelle und sind für eine Strecke mindestens 30—40 Pferdekräfte erforderlich; der Dampf wird durch die Kessel hinter den Puddelöfen in Ueberschuß geliefert; da aber die Walzarbeit plötzliche große Kraftentwickelung zwischen verhältnißmäßig langen Ruhepausen erfordert, werden kräftige Schwungräder bis zu 15.000 Kgr. bei 6—7 M. Durchmesser angewandt. Ein Luppenwalzenpaar genügt für 7—10 Puddelöfen.

Zum Erhitzen der Kolben oder Paquete für den Hammerwerksbetrieb dienen Schweißfeuer oder Schweißöfen, bei feineren Sorten auch wohl große Essen gewöhnlicher Bauart, in denen ein Arbeiter stets 5—6 Stäbe durch Holz- oder Steinkohlenfeuer im Glühen erhält, während ein zweiter schmiedet, so daß die Arbeit ununterbrochen fortgeht. Je schmäler die Bahnen vom Ambos und Hammer sind, desto rascher geht das Ausstrecken des Eisens von statten. Quadratische Stäbe und flache werden abwechselnd gestreckt, indem man sie quer, und wieder geebnet (geschlichtet), indem man sie der Länge der Bahn nach unter dem Hammer durchführt; Zainhämmer haben die schmalsten, Bandhämmer die breitesten Bahnen; zur Herstellung von Rundeisen dienen in Hammer und Ambos eingesetzte, halbcylindrisch ausgehöhlte Gesenke von gehärtetem Stahl und für Façoneisen hat man ähnliche Hilfsgeräthe. — Durch wiederholtes Schweißen, indem man Kolben übereinanderlegt, zusammen-

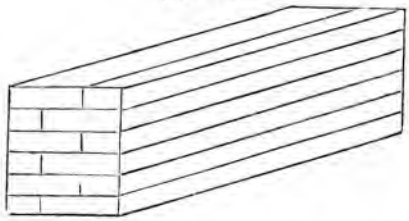
Fig. 45.



schweißt und ausstreckt, wird das Eisen gleichförmiger und feiner (Raffiniren); auch schon durch Ueberhämmern bei schwacher, zum Ausstrecken nicht hinreichender Rothglühhitze wird das Eisen feiner und besser.

Die in Stabeisenwalzwerken gebräuchliche Schweißarbeit befaßt sich mit der Verarbeitung der Rohschienen zu raffinirtem Eisen (fer corroyé), zu Stabeisen (bar iron — fer en barres), Eisenbahnschienen ꝛc. und besteht in Paquettiren, Schweißen und Strecken oder Auswalzen. Zum Zerschneiden der Rohschienen dienen Scheeren, welche häufig von den Walzenzugmaschinen mit betrieben werden, 2—4 Pferdestärken erfordern und 25—45 Schnitte per Minute machen; auf manchen Walzwerken werden, um die Controle der Qualität gleichzeitig zu üben, die Rohschienen in besonderen Brechvorrichtungen auf die erforderlichen Längen abgebrochen.

Fig. 46.

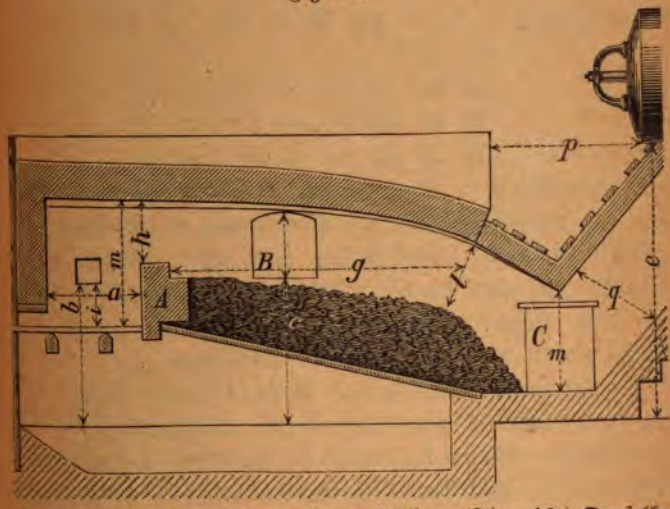


Das Paquet (bundle of iron bars — paquet) (Fig. 46) wird für schwächeres Eisen aus zwei, drei oder mehr Rohschienen gleicher Breite zusammengelegt, für stärkere Sorten aber aus solchen von verschiedener Breite in der Weise, daß die verticalen Fugen aufeinanderfolgender Lagen nicht zusammenfallen, des besseren Zusammenhaltens wegen auch wohl an 2—3 Stellen mit Ausschußdraht oder Bandeisen, dünnen Blechschnitzeln ꝛc. zusammengebunden. Von einer richtigen und sorgfältigen Paquetirung hängt wesentlich die Güte des Productes ab, und ist namentlich darauf zu achten, daß die obere und untere Lage nur aus ganzen, reinen und

glatten Rohschienen besteht, während die kurzen Stücke, rohen Enden, Alteisen ꝛc. in die Mitte gelegt werden.

Die zum Erhitzen der Paquete oder Stahlingots dienenden Schweißöfen (reheating furnace — fourneau à souder, f. à réchauffer) sind Flammöfen und namentlich außen von ähnlicher Einrichtung wie Puddelöfen, nur tritt an die Stelle des vertieften Herdes ein flacher, aus möglichst reinem Quarzsand aufgestampft, seltener aus den in Flüssen als Geschiebe vorkommenden, mehr

Fig. 47.



oder weniger abgerundeten Quarzstücken. (Fig. 47.) Derselbe hat von der Feuerbrücke A und Arbeitsthür B nach dem Fuchs C und nach der hinteren Ofenseite zu Fall, damit die, aus dem Sand des Herdes und dem, unter dem Einflusse der Feuergase entstehenden Eisenoxyd gebildete Schlacke durch das Schlackenloch c des Fuchses abfließen kann. Diese Schlacke dient übrigens den Bestandtheilen des Paquets als Schweißmittel und wird daher bei schwer schweißendem

Material oft durch Bestreuen der Paquete mit Sand künstlich vermehrt. Die abziehenden Gase werden ebenfalls zur Heizung von Dampfkesseln benutzt, welche je nach Größe der Rostfläche, respective des Kohlenverbrauches, bis zu 40 Qum. und mehr Heizfläche haben. — Die gebräuchlichsten Dimensionen sind in Centimetern:

	a	b	c	d	e	f	g	h
Großer Grobeisenofen	115	78	73	115	21	188	265	56
Mitteleisenofen	100	78	73	105	21	150	230	39
Feineisenofen	94	78	73	100	21	130	210	26

i	k	l	m	n	o	p	q
34	45	52	87	60	52	126	52
34	42	40	80	60	47	126	52
34	39	35	65	60	44	126	50

Hierbei ist d die Rostbreite, f die Breite des Herdes von der Schaffplatte bis zur Hinterwand, k die Weite des Fuchses. Größere Oefen haben meist zwei Thüren nebeneinander und liegt dann die Arbeitsplatte der ersten circa 50 Mm. höher. Die Neigung der Herdsohle nach dem Fuchs nimmt man circa $^1/_{10}$ der Herdlänge g.

Die zur Herstellung des Walzeisens (rolled iron — fer cylindré, f. laminé) dienenden Walzwerke lassen sich eintheilen in: Grobwalzwerke für Rund- und Quadrateisen von 75—250 Stärke, Flacheisen von 150—1000 Breite, Eisenbahnschienen und sonstige schwere Façoneisen; Mittelwalzwerke für Band- und Flacheisen von 50—150 Breite, Rund- und Vierkanteisen von 33—75 Stärke, mittlere Façon- und Schneideisen; Feinwalzwerke für Band- und Flacheisen von 13—50 Breite, Rund- und Quadrateisen von 8—33 Stärke und kleine Façoneisen; Schnellwalzwerke für Draht ꝛc. Wichtigste Verhältnisse sind:

	Grobstraße	Mittelstraße	Feinstraße	Schnellstraße
Walzendurchmesser Mm.	500—800	320—480	240—300	200—240
Touren per Minute	50—120	75—120	150—200	300—500
Zahl der Walzgerüste	2—4	3—4	3—5	5—7
Cylinderdurchmesser der Walzmaschine Mm.	630—1250	520—630	470—520	580—800
Kraftübertragung	directwirkend	directwirkend	directw. oder durch Riemen, Räder, Drahtseile	Riemen, Räder, Hanf- oder Drahtseile
Schwungradgewicht Kgr.	30000	20000—25000	10000—15000	15000—20000
Zahl der Schweißöfen	2—7	2—3	1—2	1—2
Production per Ofen und zwölfstündiger Schicht	4000—6000	2500—4500	2500—5000	5000
Kolbenhub	1200—1600	1000—1400	900—1200	800—1300
Pferdekraft für einen Strang	40—100	40 - 50	30 - 40	50—60
Ballenlänge der Kaliberwalzen	910—1360	900—1200	850—1000	600
» » Polirwalzen	500	300	300	300
System	Trio oder Duo	Trio oder Duo	Trio	Trio
Tiefe der Fundamentmauern	2500—3000	2000—2500	1750—2000	1500—1800
Stärke » »	900—1150	800—900	750—850	700—800
Breite des Canals	700—800	600 - 700	550 - 650	500—600
Durchmesser der Druckspindeln	120—240	90—120	80—90	60—90
Länge der Kammwalze	500—600	350—450	250 - 400	300—400
Zahntheilung der Kammwalze	100—210	80—100	60—80	60—90
Schwungrad-Durchmesser	5000—6000	4500—6000	4000—5000	3500—5000

Leichtere Eisensorten werden aus Luppenpaqueten direct fertig gewalzt, während schwerere unter Paquethämmern von 3000—10.000 Kgr. Fallgewicht gleich dem circa 10fachen Paquetgewicht vorgeschmiedet werden; die Construction derselben bietet keine wesentlichen Unterschiede gegen die Luppenhämmer. Die Kalibrirung der Stabwalze ähnelt der der Luppenwalzen. Gewöhnlich existirt ein erstes Walzenpaar oder Trio mit Spitzbogenkalibern oder besser für die ersten Stiche mit stark abgerundeten Flachkalibern, damit die Lagen des Paquets zuerst einen senkrechten Druck erleiden und so am Verschieben verhindert werden; für große Façoneisen hat schon die Vorwalze façonnirte Kaliber, ja, man baut für dieselben schon die Rohschienenpaquete der künftigen Gestalt des Walzstabes entsprechend und bringt sie beim Vorschmieden unter Façonhämmern dieser Form noch näher. Die Querschnittsverminderung beträgt in aufeinanderfolgenden Kalibern 100 : 70—60 je nach der Qualität des Eisens.

Fertigkaliber für Quadrateisen werden durch zwei unter einem Winkel von 90—92 Grad zusammenstoßende Kegelflächen gebildet, so daß zwei zusammengehörende Furchen eines Walzenpaares ein annäherndes Quadrat bilden; ist der Winkel genau ein rechter, so erhält das Quadrateisen concave oder eingesunkene Flächen und wird spießkantig. In die Kanten des Paquets legt man, um die des fertigen Stabes gesund zu erhalten, vorgeschweißtes Eisen. (Fig. 48.) Schwere Vierkanteisen über 80, oft auch schon über 50 Mm. werden vorgewalzt, d. h. nach wenigen Stichen auf der Vorwalze in den Ofen zurück und neuerdings auf Schweißhitze gebracht; besser werden sie in der ersten Hitze vorgeschmiedet. Die Uebrigen streckt man auf der Vorwalze bis zu einem Spitzbogenkaliber, dessen Höhe etwas geringer ist, als die Diagonale des Quadrats, und läßt im Fertigkaliber den Stab

2—4mal, je nach einer Drehung um 90 Grad durch das Kaliber gehen, um einen möglichst vollkommen quadratischen Querschnitt zu erzielen. Quadrateisen unter 20 Mm. werden meist durch feste Einführungen gewalzt und liegen dann drei Walzen und in denselben je zwei gleiche Kaliber übereinander. Der Stab ist nach einmaligem Passiren derselben fertig. 10 Mm. Vierkant und schwächer wird fast ausschließlich aus Knüppeln gewalzt.

Schwaches Rundeisen wird ebenfalls aus Knüppeln hergestellt und zur Anfertigung von Nieten bestimmtes, sogar bis zu 40 Mm. Durchmesser. Man wärmt in diesem Falle die geschmiedeten Luppen im Puddelofen oder besser im Schweißofen vor dem Auswalzen auf der Luppenwalze nochmals vor und überschmiedet sie ein zweites Mal. Gewöhnliches Rundeisen über 16 wird aus Rohschienenpaqueten (deren obere und untere Lage aber oft aus abgeschweißtem Eisen besteht) und bis zu 50 in einer Hitze ausgewalzt; bessere Qualitäten aber und schwerere Sorten werden sorgfältig vorgewalzt oder besser vorgeschmiedet; bei Paqueten über 500 Kgr. giebt man sogar meist drei Hitzen. Die Kaliber für starkes Rundeisen haben am Grunde den Halbmesser des verlangten Stabes, erweitern sich aber nach der Oberfläche zu um 2—3 Mm. und werden gegen die benachbarten Walzenbunde zu abgerundet. Man hat hierfür, sowie für die Ausgangscurven der Quadratkaliber verschiedene Constructionen angegeben. Zur Erlangung eines ganz runden Querschnittes muß man den Stab 5—6mal durch das Fertigkaliber gehen lassen und ihn vorher jedesmal umdrehen. Uebrigens

Fig. 48.

geht man aus einem Spitzbogenkaliber der Vorwalzen in ein Fertigkaliber, dessen horizontaler Durchmesser gleich der Höhe des ersteren ist. Stimmt das Fertigkaliber mit keinem Kaliber der Vorwalze, so nimmt man das nächst größere als Vorkaliber. Rundeisen von 20 Mm. und schwächer wird wie Quadrateisen durch feste Leitungen gewalzt, und zwar geht man aus einem Ovalkaliber in das Fertigkaliber und müssen beide den gleichen Querschnitt haben. Auf die Anfertigung feinsten Rundeisens oder Walzdrahts kommen wir später zurück.

Flacheisen wird oft eigens zum Wiederverpaquetiren gewalzt, z. B. für die Kanten von Quadrateisenpaqueten, für die oberen Lagen in Façoneisen- und Blechpaqueten oder auch für sich allein zum Auswalzen zu Sturzblech und führt dann die Bezeichnungen Platinen, Brammen, Deckel. In die Mitte der Paquete für dieses Eisen werden möglichst viel Abfälle, Brocken, Abschnitte, auch wohl kalt- und faulbrüchiges Material und Alteisen gepackt und in einer Hitze ausgewalzt. Auch zu Handelsflacheisen wird meist in die Mitte weniger gutes Material verpackt, wie dies bei Rund- und Quadrateisen zulässig ist. Bis 16 Mm. stark walzt man aus Rohschienenpaqueten in einer Hitze. Stärkere Sorten werden oben und unten mit Lagen von Schweißeisen oder wenigstens in den Kanten mit einzelnen solchen Stäben versehen, und stärkste Dimensionen, sowie Breiteisen müssen vorgewalzt oder vorgeschmiedet werden. Mutterneisen für gewöhnliche warmgepreßte Maschinenmuttern werden viel aus kaltbrüchigem Roheisen hergestellt; für bessere Qualitäten und Hufstab eignet sich am besten weiches Feinkorn oder eine Mischung aus feinkörnigem und sehnigem Eisen. Dünnere Sorten walzt man aus Knüppeln, stärkere aus Rohschienenpaqueten, wobei aber darauf zu

achten ist, daß beim Uebergang in das erste Flachkaliber die Lagen des Paquets flach liegen. — Diese stets nach Figur 41 construirten Flachkaliber haben im Grunde Winkel von 90—92° und sollte jedes Kaliber breiter sein als das vorhergehende; doch nimmt man bei konischer Anordnung der Vorkaliber die obere Begrenzung des einen gleich der unteren des folgenden. — Damit das Eisen möglichst scharfkantig ausfällt, werden nur die ersten Vorkaliber in der (Fig. 41) abgebildeten Weise abgerundet, das Fertigkaliber aber und die 1—2 letzten Vorkaliber scharfkantig ausgedreht. Auch läßt man, um die Abweichung vom rechteckigen Querschnitte weniger bemerkbar zu machen, den inzwischen um 180° gedrehten Stab ein zweites Mal durch das fertige Kaliber gehen. Das Querschnittsverhältniß zweier aufeinander folgender Kaliber ist durchschnittlich 100:60. — Da Flacheisen für jede Breite besondere Kaliber und also einen großen Walzenpark erfordert, hat man schmale und mittlere Sorten und Quadrateisen durch Leitungen auf Staffel- oder Stufenwalzen hergestellt, d. h. Walzen, die eine Anzahl Absätze von successive größerem Durchmesser haben. Dünne Flacheisensorten, namentlich Bandeisen, läßt man zur Erzielung glatter Oberflächen nach dem Fertigkaliber noch durch Polirwalzen, d. h. sauber abgeschliffene Hartwalzen ohne Kaliber gehen. — Nach einer neueren Methode von Lauth stellt man Bandeisen von 20—105 Breite auf sieben kleinen Universalgerüsten her, welche in zwei parallelen Gruppen hintereinander, die vordere mit drei, die hintere mit vier Gerüsten in je 700 Entfernung von einander aufgestellt sind und zwischen denen die verlängerte Dampfmaschinenwelle liegt und durch konische Räder die Transmissions-Wellen für die verschiedenen Walzengruppen in Bewegung setzt; von dieser aus werden die ein-

zelnen Walzwerke wieder durch konische Räder getrieben. Die Transmissions-Welle macht circa 140, das erste Walzenpaar 75 Touren und die Geschwindigkeit der anderen regelt sich nach der mittlerweile erfolgten Streckung des Eisens, welche auf 100 : 70 angegeben wird, aber für schwache Sorten auch bis 100 : 50 getrieben werden kann. Die Ballen der Horizontalwalzen haben circa 155 Durchmesser und 260 Mm. Länge, die entsprechenden Maße der Verticalwalzen sind 155 und 76 Mm.; letztere werden von der Unterwalze aus durch Riemen betrieben. Zwischen den einzelnen Walzen wird das Eisen durch geeignete, gehobelte Leitungen geführt, so daß zur Bedienung des ganzen Walzwerkes nur ein Mann zum Einstecken in die Vorwalzen und zwei Burschen an den doppelt vorhandenen Polir-Trios erforderlich sind.

Die Production eines solchen Walzwerkes übertrifft die der besten Bandwalzwerke alten Systems um mehr als das Doppelte, doch wird das Product dadurch wieder vertheuert, daß die Knüppel für feinere Sorten und Platinen für größere Breiten von guter Qualität und sorgfältig vorgeschweißt sein müssen, um übermäßige Bildung von Ausschuß zu verhüten.

Breite Flacheisensorten, Breiteisen werden auf Universalwalzwerken (laminoir universel), glatt cylindrischen Horizontalwalzen h h¹, combinirt mit eben solchen verticalen Walzen v, wie Figur 49 im Auf-, Figur 50 im Grundriß darstellt, beide zum Verstellen eingerichtet. Dieselben werden sowohl an Kesselblech- als auch an Grobwalzstraßen angehängt, seltener für sich allein mit Reversirmaschinen betrieben. Die Verticalwalzen bekommen einen Durchmesser gleich $^2/_3$ von dem der Horizontalwalzen, und wenn sie vor den letzteren liegen v v, eine Umfangsgeschwindigkeit von etwa 1·05, wenn

ſie dahinter liegen, wie $v^1 v^1$, eine ſolche von circa $^3/_4$ von der der Hauptwalzen. Die Verticalwalzen werden durch Winkelräder von oben in Bewegung geſetzt, welche entweder von der Kammwalze aus mittelſt einer Welle oder aber von der Unterwalze aus durch ſeitlich am Walzenſtänder angebrachte Räder getrieben werden. Die Vortheile dieſer Apparate zur Herſtellung ſchmaler Bleche, welche auf dem gewöhnlichen Blechwalzwerk angefertigt einen Verluſt von 30—40 Procent Abſchnitten verurſachen, liegen auf der Hand, doch iſt die Behandlung derſelben eine ſehr ſchwierige, der Druck der Verticalwalzen, obgleich nur ſchwach, giebt leicht Veranlaſſung

Fig. 49.

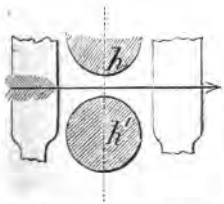
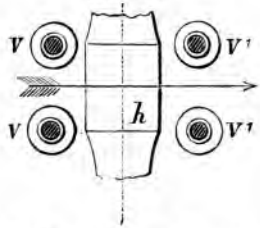


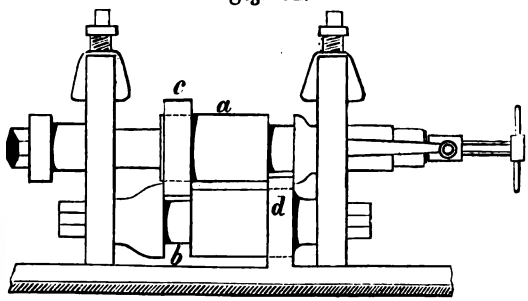
Fig. 50.



zum Spalten der Kanten und das nie ganz zu vermeidende Aufſtauchen derſelben hat für viele Verwendungszwecke große Nachtheile. Bei Hutchinſon's Univerſalwalzwerk hat die Oberwalze a (Fig. 51) ebenſo wie die Unterwalze b auf der einen Seite einen Einſchnitt, auf der anderen einen loſen Ring c und d; die letztere liegt feſt, a dagegen iſt vermittelſt einer Schraube verſchiebbar zur Bildung der Breite des Kalibers, indem der in die Vertiefung eingreifende Ring d mitgenommen und c zurückgehalten wird; die zugehörige Muffe iſt zu dem Zwecke genügend verlängert. — Eine ähnliche Vorrichtung, aber mit weniger vollkommenen Details iſt übrigens ſchon ſeit längeren Jahren auf einem Braunſchweiger Walzwerk betrieben worden.

Aus breiterem und dünnerem Flacheisen werden gleich nach dem letzten Flachstich und noch glühend durch Schneidwalzen (Schneidwerke oder Eisenspaltwerke — cutters, slitting rollers — cylindres fendeurs, fenderie) quadratische Streifen von der vollen Länge der Flachstäbe geschnitten. Diese Schneidwalzen bestehen aus schmiedeeisernen Spindeln, auf denen ebenfalls schmiedeeiserne, am Rande aber gut verstählte Schneidscheiben (découpoirs, taillants) von 250—300 Durchmesser angebracht, welche so dick sind wie die geschnittenen Stäbe breit

Fig. 51.



werden sollen und durch kleinere, nicht verstählte Mittelscheiben (fausses rondelles) von 150—200 Mm. Durchmesser in der gehörigen Entfernung gehalten werden.

Durch das etwa 18 tiefe Eingreifen der Schnittscheiben einer Welle zwischen die der anderen wirken dieselben wie Scheeren. Uebrigens besitzt Schneideisen weniger absolute Festigkeit als gewalztes und wird daher neuerdings wenig mehr zum Verkauf, mehr zur Weiterverarbeitung auf Draht angefertigt.

Façoneisen (fers spéciaux) erfordern sehr mannigfaltige Kaliber, doch stellt man Halbrundeisen (fer demi-rond), Halbovaleisen, Geldschrankeisen 2c. durch Combination

von Rund- und Flachwalzen her und vermag auf letzteren allein durch beſondere Hilfsvorrichtungen und Kunſtgriffe auch keilförmige Flacheiſen (fer à biseau) herzuſtellen, dem Band- oder Reifeiſen für Fäſſer die erforderliche ſäbelartige Krümmung bei überall gleicher Breite zu ertheilen u. ſ. f.

Eines der gebräuchlichſten Façoneiſen, das Winkeleiſen (angle iron — fer d'angles, f. à cornières), wird meiſt ohne Wenden hergeſtellt; das Kaliber liegt ganz in einer Furche der Unterwalze, die Kante nach unten, und dieſe Winkelfurche nimmt ähnlich wie das Flacheiſenkaliber (Fig. 41) einen Walzenring der Oberwalze auf, welcher der Innenſeite des Winkels entſprechend profilirt iſt. Den Paqueten für kleinere Winkel giebt man rechteckigen Querſchnitt wie Figur 46 und ſetzt ſie aus reinen Rohſchienen zuſammen, während für mittlere oben und unten je eine Lage abgeſchweißtes Eiſen gegeben und bei ganz großen mitten unter das Paquet zur Ausbildung der Winkelkante noch eine Platine gelegt wird; auch läßt man wohl oben bei a (Fig. 52) eine Platine ganz fehlen. — Bei einer anderen Methode, Winkeleiſen zu walzen, läßt man abwechſelnd den einen Schenkel in wagerechter, den anderen in ſenkrechter Stellung durch die Walzen gehen, auch hat man verſucht, dieſelben auf Univerſalwalzwerken als Flacheiſen vorzuwalzen und in einem oder zwei Fertigkalibern die Schenkel nachträglich aufzubiegen.

Fig. 52.

Ein façonnirtes Paquet für H- oder Doppel T-eiſen zeigt Figur 53. Die beiden äußeren Lagen beſtehen ganz oder mit Ausnahme einer mittleren Luppe aus abgeſchweißtem Eiſen; ſie ſtehen an den Längsenden 50—100 Mm. über,

weil sich die Platinen weniger gut strecken wie die Rohschienen, und sind vorne zugeschärft, damit die Walzen besser fassen. Gewalzt wird H-eisen ähnlich wie Flacheisen mit stets wagerecht liegendem Mittelsteg und einer Wendung von 180° vor jedem neuen Kaliber; in der ersten Hitze läßt man das Paquet 5-—6mal durch die 2 oder 3 ersten Kaliber gehen und giebt es dann in den Ofen zurück. Bei sämmtlichen Vorkalibern macht man die den Querstegen entsprechenden Spuren in der Oberwalze 1—2 Mm. tiefer. — U-eisen wird ähnlich paquetirt wie Doppel T-eisen und beim Auswalzen successive die dem Mittelstege entsprechende Rohschienenmasse nach der einen Seite der Querstege gedrängt.

Fig. 53. Fig. 54. Fig. 55.

T-eisen, eines der schwierigsten Façons, paquetirt man wie Figur 54 mit hochkantgestellten Rohschienen zur Bildung des Steges und schweißt ebenfalls in den ersten Kalibern der Vorwalze vor.

Figur 55 ist ein Paquet für Eisenbahnschienen, dasselbe besteht aus einer starken Bramme von festem Material, Feinkorn, Puddelstahl oder auch wohl Grobkorn, aus welcher sich der Kopf der Schiene bildet; unten liegt eine zweite schwächere Bramme oder Platinenlage vom besten sehnigen Eisen zur Bildung der Schienenfüße; in der Mitte liegen Rohschienen aus ordinärem Eisen. Beim Walzen desselben in liegender Stellung mit 1—2 Stauchkalibern ist darauf

zu achten und gilt dies mehr oder weniger von allen Façoneiſen, daß vom letzten Vorkaliber aus in die Fertigſpur nur ein geringer und möglichſt gleichmäßiger Druck gegeben wird.

Die Ingots für Stahlſchienen, Schwellen- und Façoneiſen enthalten meiſt doppelte Längen und werden auf einem Trio oder Reverſirwalzwerke vorgewalzt, was billiger iſt als das früher allgemein betriebene Vorſchmieden; auch hat man in einigen Stahlwerken ſchon angefangen, Stahlſchienen in einer Hitze auf doppelte Länge auszuwalzen. Der Abbrand beträgt dabei nur circa 2—4 Procent, während bei geſchweißten Schienen und Stabeiſen 12—16 Procent zu rechnen ſind; dagegen bleibt der Abfall an rohen Enden für beides ziemlich gleich 10—16 Procent je nach Profil. Der Kohlenverbrauch iſt in beiden Fällen ſehr verſchieden je nach Qualität des Brennmaterials und Wahl der Feuerungen, für welche letzteren das über die Feuerung der Puddelöfen Geſagte mit einigen Modificationen auch hier gilt. — Eine beſondere Specialität der Façonwalzerei iſt das Walzen von Stäben mit periodiſch wiederkehrenden Erhöhungen und Vertiefungen, welche durch entſprechende Erhabenheiten und Ausſparungen auf der Mantelfläche der Walzen hervorgebracht werden. So walzt man die keilförmigen Blätter von Wagenfedern zwiſchen excentriſchen Walzen, bei denen ſich die Kaliber abwechſelnd verengen und erweitern. Nägel, Meſſerklingen, Löffel, Scheerentheile, Schaufeln (Patent Eibiſch), Hufeiſen ꝛc. hat man auf ähnliche Weiſe mit mehr oder weniger praktiſchem Erfolge hergeſtellt. Auch das Aufwalzen von Urſprungs- und Datumsangaben auf Eiſenbahnſchienen und ſonſtigen Inſchriften und Ornamenten auf Band- und Walzeiſen aller Art gehört hierher. — Bandagen, Eiſenbahnradreifen werden entweder aus ſchon geſchweißten Ringen auf dem Bandagenwalzwerk geformt und geſtreckt oder auch

aus übereinandergelegten Schienen gebogen und geschweißt. Auch hat man, um die Gefahr der schwächeren Schweißstelle möglichst zu vermeiden, durch spiralförmiges Aufwickeln von Flacheisen um eine Walze einen Ring, ähnlich einer gespannten Uhrfeder, unter dem Hammer geschweißt und im Walzwerk vollendet, oder in einer starken, geschmiedeten Platte zwei gebohrte Löcher mit der Säge durch einen Schlitz verbunden, den Spalt durch Eintreiben von Dornen erweitert und den entstandenen Ring ausgewalzt und vollendet.

Geschweißte eiserne Röhren walzt man auf Röhrenwalzwerken mit ähnlich wie für Rundeisen kalibrirten Walzen. Die flachen Schienen biegt man zunächst rothglühend in passend geformten Kalibern, seltener in anderen Vorrichtungen auf, steckt sie dann weißglühend auf lange, beiderseits herausstehende Dorne und schweißt und streckt auf denselben in Rundkalibern. Statt dessen befestigt man neuerdings auch inmitten der Kaliberöffnung einen kurzen Dorn an einer dünnen Stange; auf diesem schiebt sich das Rohr weiter, wobei seine Wandungen zwischen Dorn und Walzen den erforderlichen Druck erhalten und die umständliche Entfernung des langen Dornes erspart wird. Da es übrigens nur auf einen ausreichenden Druck auf die Schweißfuge ankommt, kann der Dorn auch schwächer sein als der Durchmesser des fertigen Rohres; das letztere kommt dann elliptisch aus der Walze und wird durch Nachziehen auf die richtige Form gebracht. Dann hat man die Unterwalze wohl durch eine rinnenförmige, gerade Unterlage ersetzt, auf welcher man das Rohr unter der kräftig andrückenden Oberwalze durchführt, in ähnlicher Weise, wie bei dem weiter unten zu besprechenden Ziehen. — Beim Schweißen von Röhren mit stumpf gegeneinander stehenden Kanten (but joint tubes) läßt man wohl den Dorn ganz fort und ebenso

kann derſelbe beim Nachwalzen bereits geſchweißter Röhren in dem Falle fehlen, wenn nicht nur die Wandſtärke, ſondern zugleich auch der lichte Durchmeſſer kleiner werden ſoll. Für hohles Rundeiſen zu Gittern, Möbeln ꝛc., bei dem die Innenfläche nicht rein und die lichte Weite nicht genau gleich zu ſein braucht, hat man zwei, der Länge nach halbkreisförmig aufgebogene Flachſchienen zu einem Rohr zuſammengeſtellt, zwei etwas größere ähnliche Rinnen ſo um die erſten gelegt, daß die Stoßfugen um 90° gegen einander verſtellt ſind, das Ganze mit Draht feſtgebunden, an einem Ende mit einem Eiſenpflock verſchloſſen und feſt mit trockenem Sand, Erde oder Aſche ausgeſtampft; nachdem auch das zweite Ende mit eiſernem Stopfen verſchloſſen, wird das ganze Rohrpaquet ſchweißwarm auf gewöhnlichen Rundwalzen ausgewalzt.

Die Abfälle von Stabeiſen und altes ſchmiedbares Eiſen werden größtentheils direct bei der Fabrikation in die Mitte der Paquete gepackt oder für ſich zu Schrottpaqueten zuſammengeſtellt und ausgewalzt; kleinere Abfälle, Brocken, Drehſpäne ꝛc. werden vielfach beim Puddeln zugeſetzt und beſchleunigen das Garen; auch macht man dieſelben wohl in beſonderen Schrottpuddelöfen ohne Fuchscanal mit Sandherd und fließendem Fuchs — wie beim Schweißofen — ſchweißwarm und ballt ſie zu Luppen (Schrott- oder Ramaß-Luppen) zuſammen. Man giebt auf 100 Kgr. Abfälle 50—75 Kgr. Schmiedeeiſenſpäne und erzielt in der zwölfſtündigen Schicht circa 3000 Kgr. Luppen mit einem Kohlenaufwand von circa 50 Kgr. per 100 Luppen und einem Eiſenverluſt von 16—30 Procent. — Auf rheiniſchen Walzwerken erzeugt man in Schweißfeuern durch Zuſammenſchmelzen von verbranntem Gußeiſen und ſehr dünnen Abfällen und Schrottſorten ein ganz vorzügliches, zur Weiß-

blech-Fabrikation geeignetes Material bei einem Eisenverlust von 25—35 Procent und 100 Kgr. Holzkohlen per 100 Luppen.

V.

Die Blech-Fabrikation.

Die Erzeugung von Stahl- und Eisenblech erfolgt selten mehr durch die früher ausschließlich benutzten Hammerwerke (geschlagenes Blech — hammered plate — plaques matelées), unter Schwanzhämmern mit Dampf- oder Wasserbetrieb, welche sich von den zum Schmieden von Stabeisen benutzten hauptsächlich durch breite glattpolirte Hammerbahn von aufgeschweißtem Stahl unterscheiden, von circa 100—200 Breite und 150—400 Mm. Länge. Je schmäler die der Breite nach oft gewölbten Bahnen von Hammer und Ambos gehalten werden, desto rascher geht das, zur Vermeidung von Falten und Ausbauchungen stets von der Mitte gegen den Rand zu fortschreitende Austreiben des Bleches von statten, desto schwieriger ist aber auch, die Fläche von Unebenheiten frei zu halten. — Als Rohmaterial dienen breite, nicht zu dicke geschmiedete Platinen (Stürze); dieselben werden hellrothglühend auf circa die doppelte Breite ausgeschmiedet, wieder erwärmt und geschmiedet u. s. f. Bleche von größeren Dimensionen faltet man in der Mitte zusammen und dünnere vereinigt man in Päcke von 6—20 Stück, wobei das Aneinanderhaften durch Eintauchen in Lehmwasser verhindert wird. Das Fertigschmieden, Schlichten erfolgt durch langsam gehende Britsch- oder Abricht-

hämmer (marteau de parage) mit breiten Bahnen. 100 Kgr. Platinen liefern nur circa 45—60 Kgr. Bleche, mit 30 bis 40 Procent Abſchnitten und 10—15 Procent Glühverluſt. Auch entſteht ſehr viel Ausſchuß und das gewalzte Blech (rolled plate — plaque laminée) iſt ſeiner gleichmäßigeren Stärke, vollkommeneren Fläche und größeren Zugfeſtigkeit halber dem geſchmiedeten ſtets vorzuziehen.

Die Blechwalz- oder Streckwerke unterſcheiden ſich von den zur Stabeiſen-Fabrikation dienenden durch cylindriſche, glatte, meiſt hartgegoſſene Walzenballen und in ihrer Wirkung dadurch, daß wie beim Univerſalwalzwerk zur allmählichen Verengung des vom Walzpaquet zu paſſirenden Zwiſchenraumes die obere Walze gegen die feſtliegende untere durch Stellſchrauben (adjusting screws), ſeltener Keile (adj. wedges) verſtellt werden kann, welche den Hub der Laufzapfen in den Ständern begrenzen. Dieſelben treten nämlich auf die Oberdeckel der in den Ständern befindlichen Walzenlager und nehmen entweder beim Heraufſchrauben die Oberwalze mit hoch oder laſſen ſie ſtets auf der Unterwalze ſchleifen; im letzteren Falle läßt man die obere Verbindungsſpindel Z_3 und die zugehörenden Muffen m m (Fig. 39) fort, ſo daß die Oberwalze keine ſelbſtſtändige Bewegung erhält, ſondern nur in Folge der Reibung von der Unterwalze mitgenommen wird (Schleppwalzen).

Um beim Eintreten des Walzſtückes einen zu ſtarken Stoß der Zapfen der Oberwalze gegen ihre Oberlager und beim Austritt ein hartes Auffallen der Oberwalze auf die untere zu hindern, wird das Gewicht der erſteren durch Hebel und Gegengewichte ausbalancirt. — Die Walzen ſtrecken das Blech vornehmlich in der Längenrichtung und dünne ſtrecken raſcher wie dicke; aber da keine ſeitliche Begrenzung vorhanden iſt, auch der Breite nach, und zwar um ſo mehr, je

dicker die Walzen sind. Zu dünne Walzen biegen sich leicht durch und lassen die Bleche in der Mitte stärker ausfallen als an den Rändern. — Zum Ueberheben großer und schwerer Bleche über die Oberwalze hat man mechanische oder hydraulische Vorrichtungen, besser sind aber die früher erwähnten Reversir-Einrichtungen zum Vor- und Rückwärtswalzen für diesen Zweck. — Lauth'sche Trios mit dünner (circa 340) Mittel- und starken (circa 630) Ober- und Unterwalzen, von denen nur die letzte angekuppelt ist, während die anderen beiden durch Friction mitgeschleift werden, zeichnen sich ebenfalls durch die Möglichkeit raschen Auswalzens und hohe Production aus; auch vollständig gekuppelte Trios mit fester Mittel- und gegen diese verstellbaren Ober- und Unterwalzen hat man mit gutem Erfolge angewandt.

Die Paquethämmer zum Vorschmieden großer Bleche mit einem Fallgewichte bis 15.000 Kgr. und bis zu $2^1/_2$ M. Hub unterscheiden sich von den Paquethämmern überhaupt nur durch die größeren Flachbahnen. — Zu eisernen Panzerplatten (armour plate — plaque de blindage) von 1 bis $1^1/_2$ M. Breite, 4—7 Länge und circa 150 Mm. Stärke werden durch Zusammenschweißen aufeinandergelegter dünner Platten im großen Schweißofen und Auswalzen schwerer Brammen hergestellt, welche zu Paqueten von 7500—10.000 Kgr. und bis zu 100 und mehr ursprünglichen Lagen aufeinandergelegt und zwischen Fertigwalzen vollendet werden, von 1000 Mm. Ballendurchmesser. — Starke Stahlbleche werden im Allgemeinen in derselben Weise aus Bessemer- oder Martin-Blöcken erzeugt wie Eisenbleche aus vorgeschmiedeten Paqueten. Ihre Anwendung bricht sich, unterstützt durch das fortwährende Herabgehen der Stahlpreise, immer mehr Bahn.

Für Kesselbleche werden Paquete aus kreuzweise gelegten Rohschienen gebildet, wobei man die oberen und

unteren Lagen von stärkeren Luppenstäben zusammenlegt und an jeder Seite 30—50 Mm. überstehen läßt oder durch geschmiedete oder gewalzte Deckel ersetzt. In der Mitte des Paquets läßt man wohl 1—2 Luppenstäbe fehlen, um der Flamme, im Interesse gleichmäßiger Erwärmung, freien Durchzug zu gestatten. Paquete über 700—800 Kgr. werden meistens in zwei Hälften vorgeschmiedet und zwischen dieselben wird zum leichten Aufeinanderschweißen eine Lage Rohschienen eingelegt. Die in den geschmiedeten Packs oder Brammen sich bildenden Blasen werden gleich unter dem Hammer mit Hilfe von Setzeisen aufgehauen; Blasen im fertigen Blech kennzeichnen sich, so lange dasselbe glühend, als dunkle Flecken, nach dem Erkalten erkennt man sie beim sorgfältigen Abklopfen an dem dumpfen Ton. — Die Zahl der Walzgerüste für Kesselblech- und Panzerplattenstraßen ist gewöhnlich zwei, Vor- und Fertigwalze, letztere als Schleppwalze eingerichtet. Den Ballendurchmesser nimmt man je nach dem durchschnittlichen Gewicht der fertigen Bleche 550—650 Mm. und giebt der Straße 40—70 Touren per Minute, der direct wirkenden Dampfmaschine 750—1250 Mm. Cylinderdurchmesser bei 1·2—1·75 M. Hub und schließlich dem Schwungrade ein Gewicht von 30.000 Kgr. bei 6—10 M. Durchmesser.

Für 100 Kgr. fertig beschnittene Bleche braucht man je nach Zahl der Hitzen 140—180 Kgr. Paquetmaterial, der Abbrand bei der ersten Hitze beträgt zwischen 10 und 15, bei jeder folgenden 5—10 Procent, die Abschnitte dagegen 30—40 vom beschnittenen Blech. Die Production per Ofen und Schicht ist ebenfalls sehr verschieden, je nach den zu walzenden Sorten und der auf eine Walze gehenden Ofenzahl, etwa 2000—3500 Kgr. fertig beschnittenes Blech.

Stärkere Sturzbleche werden auf ganz ähnliche Weise hergestellt, schwächere aus in Kaliberwalzen erzeugten Platinen von 150—200 Breite und 10—50 Stärke, welche in Stürze von angemessener Länge zerschnitten, in eigens construirten Flammöfen (Glühöfen) auf lebhafte Rothgluth erwärmt und der Breite nach durch die Walze gestreckt werden, bis sie erkaltet sind und einer abermaligen Erhitzung bedürfen. Hierbei biegt man Bleche von unbequemer Länge zusammen und walzt sie beim weiteren Strecken mit der Falte voraus; von dünneren Blechen vereinigt man zwei oder mehrere in einen Pack und hindert das Zusammenkleben der einzelnen Bleche durch Zwischenstreuen von Kohlenpulver oder Eintauchen in Lehmwasser. — Zur Erlangung reiner und glatter Oberflächen muß nach jedem Glühen der gebildete Glühspan durch Abklopfen entfernt werden, auch reinigt man die obere Fläche der Platten vor jedem Einstich in die Walzen durch angefeuchtete Reisigbesen. Da die letzten Durchgänge, namentlich der dünnen Bleche durch die Walzen in ziemlich abgekühltem Zustande, schwarz erfolgen, fallen die fertigen Bleche meist sehr spröde aus und haben eine unschöne rothe Farbe; dieselben werden deshalb vor oder auch nach dem Beschneiden auf das richtige Maß zu größeren Partien vereinigt, nochmals geglüht und möglichst langsam abgekühlt, und erhalten dadurch eine besondere Weichheit und schöne blaue Farbe. Auch die Sturzblechwalzen haben in der Regel 1—2 Gerüste, 450—600 Ballendurchmesser und machen 30—80 Touren per Minute. Die Maschinen wirken meist direct, haben 580—730 Cylinderdurchmesser bei angemessenem Hub und Schwungradverhältnisse wie bei den Kesselblechwalzen. Der Glühverlust ist selten über 5—10 Procent, aber die Abschnitte betragen je nach Stärke und Façon der Bleche 25—40 Procent.

Für bestimmte Zwecke hat man Blech auf die Weise erzeugt, daß an ein Walzwerk, aus Vor- und Fertigwalze für 180 breite Platinen bestehend, ein oder zwei Blechwalzenpaare angehängt und die auf doppelte Länge gewalzten Platinen mit einer am Walzenständer angebrachten Maulscheere zerschnitten und noch in derselben Hitze auf der Blechwalze theils fertig, theils vorgestreckt wurden. Man erzielte auf diese Weise bei geringem Abbrand, Kohlenverbrauch und Arbeitslöhnen eine sehr bedeutende Production, doch wurde viel Ausschuß gemacht. — Zum Ausrichten und Ebnen der gewalzten Bleche klopft man dieselben auf eisernen Platten mit schweren Holzschlägeln oder läßt besser eine ausrangirte Blechwalze auf denselben hin- und herlaufen und durch ihr Gewicht wirken. Dünnere Bleche werden durch kaltes Klopfen mit schweren Eisenhämmern auf Richtplatten geebnet (Spannen).

Dünne Stahlbleche, Uhr-, Spiral- und Crinolinenfederbleche walzt man in zwei aufeinanderliegenden, circa 75 Mm. breiten Streifen von 10 M. und mehr Länge und 3 Mm. Stärke vor und besorgt das weitere Ausstrecken zu Schienen von $^1/_4$—$^1/_2$ Mm. Stärke und 50—200 Länge, um die nöthige Elasticität hervorzubringen in der Kälte, und zerschneidet sie unter einem Schneidwalzwerk von entsprechenden Dimensionen auf die gewünschten Breiten; doch stellt man solche Stahlfedern auch durch Ausplätten oder Plattdrücken von Stahldraht direct in der gewünschten Breite her. — Schreibfederbleche walzt man zu $^1/_2$—1 M. breiten, 1—2 M. langen Tafeln vor, zerspaltet diese in Streifen von 60—70 Mm. Breite, beizt dieselben und walzt sie auf die erforderliche Dicke fertig.

Viele Walzwerke liefern Bleche für specielle Verwendungszwecke in allerlei Formen, Façons und auf andere Weise vorbereitet. — Riffelbleche sind auf einer Seite

mit erhabenen geradlinigen Mustern bedeckt und finden als Belegplatten die mannigfaltigste Verwendung. Man erzeugt diese Rippen, indem man den Blechen unmittelbar nach dem Fertigwalzen noch einen letzten Stich durch ein Walzenpaar ertheilt, dessen Oberwalze mit entsprechenden Vertiefungen versehen ist. Das Wellen von Eisenblech zum Dachdecken und Belegen von Brücken 2c. erfolgt in Pressen verschiedener Art; kleine Muster für Waschbretter 2c. werden auch häufig zwischen Kammwalzen gefaltet. Zum Biegen von Blechen aller Art hat man besondere Vorrichtungen (Blechbiegemaschinen) aus drei Walzen bestehend, von denen zwei untere fest gelagert sind, während man durch Verstellen der oberen das durchpassirende, bei größeren Stücken rothglühend gemachte Blech zwingt, sich nach dem gewünschten Radius zu krümmern. — Flache und gewölbte Kesselböden wurden aus glühenden Rundblechen früher meist durch Schlagen mit hölzernen Handhämmern über oder in schweren eisernen Formen hergestellt, während man jetzt hydraulische Pressen mit geeigneten Formen (Patrizen und Matrizen) dazu verwendet. Man erhält auf diese Weise allerdings ein sehr schönes, ansehnliches Product ohne die beim Poltern oder Kümpeln von Hand entstehenden häßlichen Beulen, da aber für jeden Kesseldurchmesser besondere schwere und sauber abgedrehte Formen von Gußeisen erforderlich sind, stellen sich die Kosten einer derartigen Einrichtung sehr hoch. — Bei den, auf dieselbe Weise hergestellten Buckelplatten läßt sich die Matrize für alle Dimensionen durch eine geeignete Vorrichtung ersetzen, während die Patrize allerdings für jede Dimension separat angefertigt werden muß, aber in sehr vereinfachter und leichter Construction. — Auf den Dillinger Hüttenwerken werden alle Abschnitte von starkem Blech in besonderen Stanzvorrichtungen zu Waggonbeschlag-

theilen verarbeitet und aus dünnen Blechabfällen hat man an verschiedenen Orten Löffel, Gabeln ꝛc. gestanzt. Das Decapiren oder Entzundern dünner Bleche besprechen wir bei der Weißblech-Fabrikation.

VI.

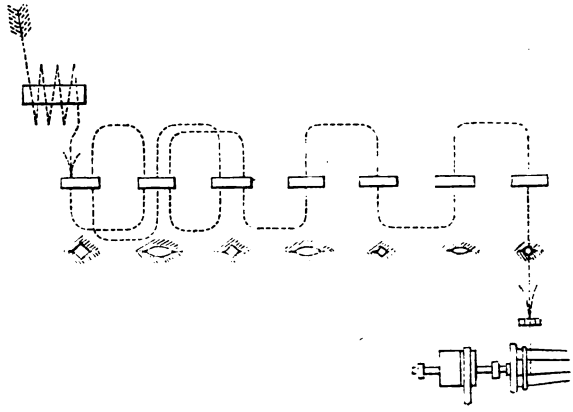
Fabrikation von Draht und Röhren.

Die Schnell- oder Drahtwalzwerke hatten früher meist die folgende Anordnung: Zunächst der Maschine liegt ein Vorwalzen-Trio von circa 240 Durchmesser mit Spitzbogenkalibern, sodann kommen in zwei aufeinander folgenden Gerüsten ein Quadrat- und ein Ovalwalzen-Trio, in denen der Draht je 5—6 Kaliber abwechselnd passiren muß, um schließlich aus einem Ovalkaliber auf die Fertigwalze überzugehen. Bei neuen Straßen werden aber die Vorwalzen von dem Hauptstrang getrennt und in eine parallele Flucht zum letzteren gelegt; man giebt denselben auch größere Ballendurchmesser bis zu 300 und läßt sie nur 180—240 Touren per Minute machen, während die 6—7 Trios der Hauptstraße 400—500 Touren machen; die Reihenfolge der Kaliber ergiebt sich aus Figur 56. Man verarbeitet Knüppel bis zu 70 Mm. Kante in der Vorwalze und erzielt außerordentlich lange Walzdrähte mit ganz gegeringem Abfall, welche vom Fertigkaliber sofort auf einen Haspel gebracht und zu Ringen aufgerollt werden.

Mit solchen gut construirten Schnellwalzwerken hat man aus einem großen Schweißofen mit zwei Thüren, indem durch die am Feuer liegende Thür schweißwarme Knüppel

entnommen und an die Vorwalze geliefert, während durch die zweite, dem Fuchs näher liegende fortwährend kalte Zaggeln nachgesetzt wurden, ziemlich regelmäßige Productionen bis zu 10.000 Kgr. per Schicht und mehr Walzdrahtringe von 5—6 Stärke mit nur 8—10 Procent Abbrand und 30 Kgr. Kohlenverbrauch per 100 Kgr. Product erreicht.— Die weitere Verfeinerung des Eisen- und Stahldrahtes, gleichviel ob derselbe kreisrunde oder irgend eine andere Querschnittsform hat (Façon- oder Dessindraht — special

Fig. 56.

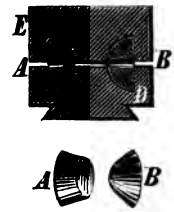


wire — fil façonné), erfolgt in der Regel durch Ziehen, d. h. durch gewaltsames Hindurchziehen des 5—5½ Mm. starken Walzdrahtes durch eine Reihe, stufenweise an Größe abnehmender Löcher (Ziehlöcher — drawing holes) in einer unverrückbar befestigten Platte, dem Zieheisen (drawing plate). Selten und meist nur für eigene Drahtziehereien streckt man den Draht auf dem Schnellwalzwerk bis zu 4 Mm. und schwächer. Neuerdings wendet Bansen statt der festen Zieheisen drei fest aufeinandergepreßte Rollen an, mit um

120° gegen einander versetzten Achsen, welche gleich Walzen getrieben, den kalten Draht zwischen sich durchzwängen.

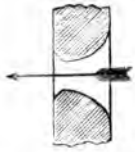
Durch das Passiren der Ziehlöcher wird der Draht gezwungen, deren Querschnitt anzunehmen, und so nach und nach bis auf 0·2 Mm. verfeinert. Die Zieheisen bestehen aus harten Stahlplatten, welche reihenweise geordnet bis zu 100 und mehr Ziehlöcher enthalten können. Große Zieheisen von 450—600 Länge, 80—150 Breite und 25 Mm. Stärke macht man oft von Schmiedeeisen, welches auf der Eintrittsseite des Drahtes eine starke aufgeschweißte Stahlplatte besitzt, von großer natürlicher Härte, oft sogar aus dem früher erwähnten wilden Stahl bestehend. Auch setzt man kegelförmige oder pyramidale Stücke solchen harten Stahles mit Ziehlöchern in entsprechend versenkte konische Löcher einer Platte von schmiedbarem Eisen. Ganz aus Stahl bestehende Zieheisen werden sorgfältig gehärtet; ungehärtete haben allerdings den Vorzug, sich durch vorsichtiges Klopfen wieder auf das richtige Maß zurückführen zu lassen, doch verschleißen sie so rasch, daß man sofort wieder davon abgehen muß. Um harten Drahtzieheinsätzen nach der Abnützung wieder das richtige Kaliber zu geben, stellt Rogers dieselben aus einer abgestumpften Pyramide, einem Konus A (Fig. 57), einer Halbkugel B oder einer Kugel mit centralem Loch her und bringt die letzteren, wenn sie abgenützt sind, unter Einführung eines Dornes durch Zusammenpressen zwischen den Platten D und E wieder auf den richtigen Durchmesser. Ziehlöcher von harten Edelsteinen in Schmiedeeisenplatten gefaßt, halten zwar sehr lange, haben aber der mühsamen und theueren Herstellung halber nur beschränkte Verwendung gefunden.

Fig. 57.



Figur 58 zeigt die gebräuchlichste Querschnittsform; an der Eintrittsseite werden die Löcher stets erweitert (pertuis), theils um die abscherende Wirkung scharfer Kanten auf den Draht zu vermeiden, theils auch zur Aufnahme von Talg, Wachs ꝛc., welche zur Schmierung des Drahtes vor dem Eintritt in das Ziehloch dienen. Ebenso bricht man zweckmäßig die scharfe Austrittskante, welche leicht Veranlassung zum Ausbrechen giebt oder zum einseitigen Ausschleißen. Die enge, eigentlich wirksame Stelle des Zieheisens (das Auge — oeil) macht man auch wohl länger und cylindrisch und dadurch gegen das Ausbrechen und den Verschleiß haltbarer; gleichzeitig wird aber auch die mechanische Einwirkung abgeschwächt. — Kleinere Ziehlöcher werden vor dem Härten gebohrt und durch Zuklopfen oder Ausreiben auf den genauen Durchmesser gebracht; größere macht man mit dem Dorn oder Durchschlag in glühendem Eisen. — Die Verdünnung des Drahtes soll bei rundem Querschnitte blos durch Zusammendrücken und Verschieben von Metalltheilen stattfinden; bei Façondrähten erfolgt daneben eine Formbildung durch Abschaben von feinen Spänen, seitens der einspringenden Ecken oder Spitzen der Ziehlöcher. — Die Zugwirkung soll stets genau in der Achsenrichtung des Ziehloches und mit möglichst gleichmäßiger Geschwindigkeit erfolgen; jede Abweichung von der geraden Richtung veranlaßt einseitiges Andrücken des Drahtes im Ziehloch, und wenn sie bedeutend ist oder lange anhält, sowohl einen Bruch des Drahtes durch die ungleiche Ausdehnung gegenüberliegender Stellen als auch einseitiges Ausschleißen und Unrundwerden des Ziehloches.

Fig. 58.

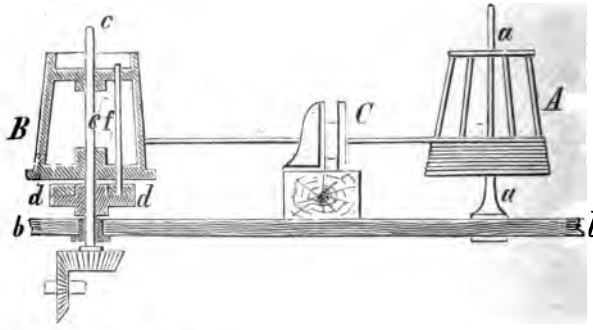


Stärkerer Draht wird an seinem Ende mit der Feile oder durch Hammerschläge im glühenden Zustande angespitzt, durch das Ziehloch gesteckt, hinter demselben mit einer Zange (plyer — pince, tenaille) gefaßt und in gerader Richtung weiter durchgezogen, letzteres wohl nirgends mehr mit der Hand, sondern durch mehr oder weniger vollkommene mechanische Vorrichtungen. Die gleichfalls selten mehr angewendeten Stoßzangen-Ziehbänke ziehen nur auf kurze Entfernungen (150—1000) und müssen so oft dicht hinter dem Zieheisen wieder anfangen, bis die ganze Drahtlänge durchzogen ist. Hierdurch entstehen zahlreiche unschöne Eindrücke (Zangenbisse), welche beim späteren Ziehen Schieferungen veranlassen, und in Verbindung mit der stoßweisen, ungleichförmigen und zerrenden Bewegung durch das Zieheisen zahlreiche Brüche des Drahtes herbeiführen. Dadurch und durch den leeren Rückgang der Zange entsteht viel Zeitverlust, und zieht man deshalb stärkere Drähte heute vielfach mit Schleppzangen, welche den Draht nur einmal fassen und eine Länge von $1\frac{1}{2}$—10 M. auf einmal durchziehen. Sollen längere Drähte gezogen werden, so muß man auch hier die Zangen zu einem zweiten, dritten u. s. w. Zuge an das Zieheisen zurückführen, so daß auch hier Zangenbisse entstehen, wenngleich in bedeutenden Zwischenräumen.

Die dritte Art von Ziehvorrichtungen, die Leierbänke (Scheiben- oder Rollenbank — drum bench — filière à bobine), finden fortwährend sich steigernde Anwendung, trotzdem sie namentlich für stärkere Drähte einen größeren Kraftaufwand bedürfen als die vorgenannten Gattungen; die gebräuchlichste Anordnung zeigt Figur 59. Der Drahtring sitzt auf einem um die feste Achse a a drehbaren Haspel A und wird von diesem vermittelst einer auf dem gleichen

Tiſche b b ſitzenden und unterhalb desſelben durch Kegelräder bewegten Ziehvorrichtung durch das im Geſtell C feſt gelagerte Zieheiſen gezogen. Die Scheibe d ſitzt auf der Welle c c feſt, während der Hut (Scheibe, Rolle, Bobine — reel) an ihrer Drehbewegung nur dann theilnimmt, wenn die durch ſeinen Boden gehende Stange f in eine entſprechende Vertiefung auf der Scheibe d tritt. Feſtgehalten wird die Stange f nur durch die Reibung, welche aus dem Widerſtand des Drahtes im Ziehloch entſteht; hört deshalb nach vollendetem Durchziehen eines Ringes oder durch Ab-

Fig. 59.



reißen des Drahtes dieſer Widerſtand auf, ſo drückt eine Spiralfeder gegen die am Stift befeſtigte Scheibe und bewirkt ſo, vollkommen ſelbſtthätig die Auslöſung der ganzen, auch Klotz genannten Maſchinerie.

Die zum Zuge erforderliche Kraft wächſt mit dem Durchmeſſer und der Härte des Drahtes, mit der Zuggeſchwindigkeit und mit dem Grade der Querſchnittsverringerung; überſchreitet ſie die abſolute Feſtigkeit des Drahtes, ſo reißt dieſer, und ſoll man daher die Zugkraft ſo klein [illegible] einem rationellen Betriebe nur ver-

einbar. — Je geringer die Querschnittsverminderung beim Ziehen genommen wird, je allmählicher man also die Durchmesser der Ziehlöcher abnehmen läßt, desto zäher bleibt der Draht und desto größer wird seine Elasticität. Man hat als Regel für die Abnahme zweier aufeinander folgender Ziehlöcher das Verhältniß von 100 : 85 aufgestellt, doch wird in der Praxis vielfach hiervon abgewichen.

Die Härte, absolute Festigkeit und das specifische Gewicht wachsen beim Ziehen und erstere in einem solchen Grade, daß beim Weiterziehen die Ziehlöcher sehr rasch ausschleißen würden, wenn man nicht durch Ausglühen auf offenem Herde zwischen Kohlen im Schmiedefeuer oder besser in besonderen Glühöfen von verschiedener Bauart die ursprüngliche Weichheit wieder herstellt. Vor dem Glühen taucht man die Ringe in Lehmwasser und schützt sie so möglichst vor Oxydation. Durch das Ausglühen und nachherige langsame Erkalten wird außer der Härte auch die absolute Festigkeit und das specifische Gewicht vermindert, wogegen die Dicke um ein Geringes zunimmt. Auch nach dem Fertigzuge ist für alle Drahtsorten, welche auf große Biegsamkeit in Anspruch genommen werden, namentlich für Bindedraht ein sorgfältiges Ausglühen nothwendig. — Durch den Eisenverlust in Folge der Bildung von Glühspan, den Arbeits- und Brennmaterialaufwand vertheuert sich der Draht nicht unbedeutend; man sucht daher ein zu häufiges Ausglühen nach Möglichkeit zu vermeiden und bemüht sich durch verbesserte Glühmethoden den Abbrand zu verringern. So wendet man für größere Drahtziehereien Ringöfen mit Gasfeuerung zum Ausglühen des Drahtes an, und Schmidt sucht den Glühspan dadurch zu vermindern, daß er kohlensauren Kalk vermischt mit Kohlenpulver in Rinnen einlegt, welche an den inneren Wandungen der Glühtöpfe

angebracht sind. — Keinesfalls sollte auch bei den feinsten Drähten der Eisenverlust 10 Procent übersteigen, und durch sorgfältige Behandlung in gut verschlossenen Eisentöpfen kann er bis auf 2 Procent reducirt werden.

Die Entfernung des Glühspans oder Zunders, welcher seiner Härte wegen die Ziehlöcher schnell zerstören würde, geschieht durch Beizen in Wasser mit 1 Procent Schwefelsäure, nachheriges Abspülen in frischem Wasser und schnelles Trocknen; oder auf der Polterbank, einer Reihe hölzerner Hebel, welche durch eine Daumenwelle abwechselnd gehoben und fallen gelassen werden und die am äußersten Ende befestigten Drahtringe durch fortwährendes Erschüttern und Aneinanderreiben der Drähte vom Glühspan befreien. Andere behandeln die geglühten Drähte in Scheuertrommeln, großen, siebartig durchlöcherten Fässern, die halb im Wasser liegen und sich um ihre Achse drehen, so daß die Drahtringe mittelst eingemengter kleiner Kieselsteine ꝛc. abgescheuert werden. — Die großen Mengen Schwefelsäure bringen, da sich kleine Werke auf Gewinnung des resultirenden Eisenvitriols nicht wohl einlassen können, unliebsame Verunreinigungen der Wasserläufe mit sich, und hat man daher verschiedentlich die Entfernung des Zunders auf mechanische Weise versucht. Die Maschine von Betz läßt den Draht ein Rollensystem passiren, durch welches er vielfach hin- und hergebogen wird und der Glühspan abspringt; in einfacherer Weise substituirt v. d. Becke für die rasch laufenden Rollen feststehende Knaggen und Kugel und Berg benutzen schwingende Cylinder zur mechanischen Entfernung des Oxyds. Die Apparate von Altpeter und Horst bestehen aus einer runden Büchse, welche zwei horizontale und zwei verticale Rollen von 50 Durchmesser enthält, jene mit Ovalspur, diese mit Rundspur. Diese Büchse ist

zwischen Haspel und gewöhnlicher Ziehscheibe eingeschaltet und wird der Draht in den beiden Spuren gleichzeitig gereinigt und dünner gestreckt; die Rollen werden durch seitlichen Zufluß von Seifenwasser abgekühlt. Auf einem westfälischen Werk sollen sich die Gestehungskosten durch diese Apparate um 45 Procent billiger gestellt haben.

Dem gewöhnlichen Beizwasser mit 1 Procent Schwefelsäure wird für gröbere Drahtsorten wohl etwas Kupfervitriol zugesetzt, um die blanken Stellen gleich zu verkupfern, weil die Kupferhaut das Ziehen erleichtern und das Schmieren entbehrlich machen soll. — Beim naſſen Verziehen (wet drawing) namentlich feiner Drähte von 22 an, werden die Drahtringe in saure Bierhefe gelegt, auf welcher eine Schicht Baumöl schwimmt, und ohne weitere Schmiere verzogen.

Die Numerirung und Benennung des Drahtes weicht in den verschiedenen Ländern sehr bedeutend ab und beruht meist auf ganz willkürlich gewählten Grundlagen; doch findet die in Deutschland und Oesterreich seit einer Reihe von Jahren eingeführte Normallehre immer mehr Eingang, bei welcher die Nummer gleichzeitig die Stärke des Drahtes in $^1/_{10}$ Mm. angiebt, so daß z. B. Nr. 55 = $5^1/_2$, Nr. 13 = 1·3 und Nr. 7 = $^7/_{10}$ Mm. Stärke ist.

Im Grobzuge zieht man, nach Fehland meistens in drei Gruppen und rechnet durchschnittlich auf jeden Klotz im Mittel $2^1/_2$, für die über $5^1/_2$ Mm. aber 3—4 Pferdekräfte. Letztere Stärke zieht man mit einer Umfangsgeschwindigkeit der Trommeln von 26—38 M. per Minute je nach der Drahtstärke, während für $5^1/_2$—3·8 Mm. 50 und für schwächere bis $2^1/_2$ Mm. 60—63 M. per Minute als passendste Geschwindigkeit angesehen wird. Dabei haben die Trommeln hier 0·58—0·63 M. Durchmesser, auch bis 0·52; die übliche Höhe der Ziehbänke über der Flur ist

700, der Abstand zweier Trommeln 1100 und die Höhe derselben 350 Mm. Die erste Gruppe oder der erste Zug zieht von Walzdraht $5^1/_2$ bis auf 3·8; im zweiten Zuge (Ratelzug) geht man bis 2·8, ausnahmsweise bis 2·4 und im dritten bis 1·8. — Für die Feinzüge wird der Draht enger gedreht. Die Trommeln derselben haben 260—300 Durchmesser bei 300—350 Höhe und 500 (für Schmierzüge 750—800 Mm.) Entfernung von einander. Die Tische sind 650 hoch, 630 breit, und wenn sie paarweise aneinanderliegend angeordnet sind, so betragen ihre Zwischenräume 1300 Mm. Man zieht im Feinzuge von Nummer 25, respective 22 fertig bis 7 herunter mit $^1/_4$ Pferdekraft per Scheibe und 40—45 Umgängen.

Für den Kratzen- oder Webedrahtzug (auch Flaschenzug) wird der Draht abermals enger gezogen. Die Trommeln desselben sind bei 200—230 Durchmesser 300 hoch und stehen in 400 Entfernung; die Dimensionen der Tische nimmt man wie beim Feinzuge. Man zieht hier von 11 herunter bis zu den dünnsten Sorten mit 58—64 Umdrehungen per Minute und einem Kraftaufwand von $^1/_{20}$ Pferdekraft. Die englischen Werke ziehen mit größerer Geschwindigkeit und haben auch zweckmäßig größere Scheiben; so z. B. hat man in Halifax für die Nummern

	42,	42—31,	31—20	20—10	10 u. dar.
Scheibendurchmesser	710	710	610	610	200
Umdrehungen per Minute	24	40	55	80	60

Für Banddraht und runden Stiftendraht zieht man in Westfalen wie folgt: $^{110}/_{100}$, $^{100}/_{94}$, $^{95}/_{88}$, $^{90}/_{82}$, $^{85}/_{76}$, $^{80}/_{70}$, $^{75}/_{65}$, $^{70}/_{60}$, $^{65}/_{55}$, $^{60}/_{50}$, $^{55}/_{46}$, dann 55, 46 auf 38 und 55, 46, 38 und 34. Die übrige vollständige Zug-

reihe für diesen Draht ist: von 55 auf 46, 38, 31, 28 (22), 25, 22, 20, 18, 16, 14 und von da ab immer um eine Nummer weiter bis Nummer 7 herunter; endlich folgen 6·5, 6, 5, 4·5, 4, 3·7, 3·4, 3·1, 2·8, 2·6, 2·4, 2·2, 2, 1·8. In derselben Stufenfolge zieht man auch vierkantigen Stiftendraht aus quadratischem Walzdraht.

Geglüht wird für alle Sorten hinter Nummer 38 und 25 oder 22, jedoch nicht für Nummer 34, respective 25 und 22 als fertige Waare; endlich nach Nummer 11. Wird weiche Qualität verlangt, wie für Seildraht, Rohrstiftdraht ꝛc., so zieht man 25, 22, 20, 18, 16 und 14 von ausgeglühtem Draht Nummer 28 und Nummer 16 bis 6 aus ausgeglühtem Nr. 18. Vierkantiger Stiftendraht aus rundem Walzdraht 55 vorgezogen und in den beiden letzten Durchgängen kantiggestreckt wird hinter 38 und 25 geglüht und von 55 auf 46, 38, 31, 28, 25, 22, 20 ꝛc. gezogen. — Telegraphendraht zieht man von 60 auf 50 und 42, von 55 auf 46, 38, 31 und glüht ihn nach dem Ziehen aus. Bis 22 wird aus Schmiere, dünner aus Hefe gezogen.

Verkupferter Federndraht wird gezogen von 70 auf 65, 55, 46; von 65 auf 55, 46, 42; von 60 auf 50, 44, 38; von 58 auf 46, 40, 34; von 50 auf 42, 36, 31; von 55 auf 46, 38, 31, 28 und in gleicher Abnahme auf 25. Geglüht wird nur auf 28 und 25 fertig, und zwar hinter 46. Die ersten Nummern werden durch Schmiere, die beiden letzten durch Hefe und Kupferlösung gezogen. — Mitteldraht kann ohne Beize und Wäsche durch Schmiere gezogen werden, muß aber möglichst blank und nicht rostig sein. Das Ausglühen desselben dauert etwa 5 Stunden bei Hellrothgluth. Hinterher kommt er in ein angesäuertes Hefebad (70 L. Hefe mit 70 L. Wasser und etwa ¼ L.

Schwefelsäure), welches immer nur mit einem Gemisch von gleichen Theilen Hefe und Wasser nachgefüllt und allwöchentlich mit etwa $^1/_8$ L. Säure versetzt wird. Der Bodensatz wird von Zeit zu Zeit entfernt. Wenn es angeht, bleibt der Draht bis zu 3 Stunden im Bade und gelangt dann zum Weiterzuge direct in die Hefefässer. Wesentlich sind dichte Glühtöpfe und luftdichter Verschluß derselben.

Von neuen Methoden zur Anfertigung von Walzdraht und stärkeren Drahtsorten erwähnen wir (nach Bädeker, des Verfahrens von Roy), welcher an Bedienungsmannschaft sparen will, durch Anordnung der Walzen in nur zwei hintereinander stehenden Ständerpaaren und zu je vier Walzen übereinander, wobei der Draht selbstthätig aus dem einen Kaliber in das nächstfolgende geleitet wird. Da die Ueberleitungsmechanismen theilweise zugleich den Draht um 90° drehen müssen, die Streckung desselben zur Vermeidung des Reißens und Stauchens eine stets fast gleiche von jeder Schiene sein, auch die Geschwindigkeit jedes folgenden Walzenpaares im Verhältniß der Streckung steigen muß, so liegen in Lösung dieser Aufgaben große praktische Schwierigkeiten vor. Das erste Einstecken geschieht mit Stücken von 16 Mm. im Quadrat, welche aus gewöhnlichen Knüppeln auf einem anderen Walzwerke vorgewalzt sind. Daelen bringt die Walzenpaare abwechselnd in horizontale und verticale Stellung und benutzt zum Strecken zumeist Vierkantkaliber, nur das vorletzte ist oval. Böker walzt dagegen den Draht als Bandeisen und zerschneidet solches auf einem Schneidwalzwerke in kantige Streifen, die dann, nachdem sie zwischen Walzen abgerundet oder doch egalisirt sind, durch Röhrenführungen auseinandergehend vertheilt und jeder einzeln aufgehaspelt werden. Es ist dies jedenfalls ein Verfahren nur für Massen-Fabrikation und nicht auch zur Erzeu-

gung von Qualitätswaare geeignet. Asbek, Osthaus, Eicken & Comp. ersetzen die Grobzüge durch feineres Vorwalzen des in gewöhnliche Walzdrahtdimensionen ausgewalzten Materials, indem sie die Ringe in Wärmofen nachwärmen, alsdann auf einen durch Wasser gekühlten Haspel legen und von hieraus warm durch die Walze abwickeln lassen und so offenbar für hartes Material nicht nur Kraftersparniß erzielen, sondern auch das letzte Ende des Drahtes in gleicher Wärme die Walzen passiren lassen wie das erste.

Folgende Angaben, nach Karmarsch, zeigen den Einfluß des Ausglühens. Hartgezogener Eisendraht hat 30 Kgr. absolute Festigkeit und 11·5 Kgr. Ziehungswiderstand; geglüht ermäßigt sich die erste auf 22·5, der letztere aber auf 5·5. Stahldraht hartgezogen hat 48·8 Kgr. Zugfestigkeit, welche sich durch das Glühen auf 33·5 verringert, dagegen nimmt der Ziehungswiderstand hartgezogenen Stahldrahts mit 13 Kgr. durch Ausglühen ab bis auf 8·5 Kgr. Dividirt man die absolute Festigkeit durch den Ziehungswiderstand, so erhält man, da die Ziehbarkeit der absoluten Festigkeit direct, dem Ziehungswiderstande aber indirect proportional ist, einen Quotienten, welcher die Ziehbarkeit ausdrückt. Dieselbe ist demnach für hartgezogenen Eisendraht 2·6, für den Stahldraht 3·7 und erhöht sich durch Ausglühen auf 4·1, respective 4.

Nach Karmarsch sind die Hauptverhältnisse eines Drahtzuges etwa folgende:

Nr.	Dicke Mm.	Zugeschwindigkeit per Minute Mm.	Diam. der Scheiben	Umdrehungen per Minute	Arbeitsverbrauch per Scheibe
80	8	200	550	7	7
60	6	290	500	11	5
50	5	350	450	15	4
40	4	400	370	21	$3^1/_4$
30	3	530	350	29	$2^2/_3$
20	2	800	270	56	2
10	1	1530	230	128	$1^1/_6$

Neuere, theilweise beträchtlich abweichende Angaben gaben wir weiter oben.

Die Behandlung des Stahls beim Drahtziehen ist jener des Eisens ziemlich gleich. Es ist gebräuchlich, Stahldraht (steel wire — fil d'acier) vor dem ersten Zuge zu glühen, man muß dabei aber die größte Vorsicht anwenden, um das Verbrennen zu vermeiden; auch erfolgt die Querschnittsverminderung langsamer. Gewalzter Rundstahl wird z. B. von 65 aus durch 6 Löcher bis 30 im Grobzuge gezogen, dann im Mittelzuge durch weitere 6 Löcher bis 16, wobei der Draht nach jedem Zuge, im Ganzen aber 12mal geglüht wird. Die weitere Verfeinerung wird dann ohne Glühen durchgeführt, indem man dazu den Draht einmal auf galvanischem Wege verkupfert. Englischer Saitendraht (music wire) besteht aus einer weniger kohlenstoffhaltigen Stahlsorte und ist deshalb weich und biegsam. Stahlsaiten sollen klangvoller werden, wenn man sie in gepulvertem ungelöschten Kalk über Feuer dunkelblau anlaufen läßt. Geplätteten Draht (pendulum wire) gewinnt man durch flach und dünn Ausstrecken zwischen Walzen.

Der Seckenzug (Sickenzug — swage box — boite à tirer) dient für Façonstreifen, z. B. hohle Fenstersprossen

aus Eisenblech, wenn die Breitendimension keine Veränderung erleidet und die Herstellung der erforderlichen Reihe von Ziehlöchern viel Zeit und Arbeit erfordern würde. Man bedient sich dann der Seckeneisen (creasing die — filles à moulures), zweier mit entsprechenden Einschnitten versehenen Stahlbacken, von denen der obere mittelst Druckschraube in einem gußeisernen Rahmen gegen den festliegenden unteren verstellt werden kann. Zur vollständigen Ausbildung ist meist wiederholtes Durchziehen mittelst der Schleppzange durch das nach und nach enger gestellte Kaliber erforderlich. Die Wirkung der Ziehbacken ist nur bei dünnen Streifen eine lediglich biegende, bei stärkeren Formen tritt in der Regel Eindrücken oder auch Herausschaben von Metallspänen durch den zugeschärften Oberbacken hinzu und geht das Ziehen in Hobeln über. Da die betreffenden Streifen oder Stäbe gewöhnlich nur kurz sind, aber großen Kraftaufwand erfordern, so erfolgt die Bewegung der Zange durch Zahnstange und Getriebe (rack bench — banc à cric).

Gezogene Röhren fertigt man aus Schmiedeeisen, in letzter Zeit auch aus weichem Stahl. Da beim Röhrenziehen, gerade wie beim Röhrenwalzen (Seite 120) gleichzeitig die Fugen zusammengeschweißt werden sollen, so erfolgt die Operation in der Schweißhitze unmittelbar aus dem Flammofen auf einer Schleppzangen-Ziehbank mit oder ohne Dorn und durch ein zweitheiliges Zieheisen, um den Druck nach Erforderniß steigern zu können. Dünne Röhren faßt man mit gewöhnlichen Schmiedezangen, quer durch das Maul mit einem Ziehloch versehen, das durch kräftiges Zusammendrücken der Zangenschenkel fest geschlossen werden kann; mittlere Röhren werden mit dem Scorpion festgehalten, einer fest stehenden Vorrichtung, deren unterer Theil aus einer horizontalen Eisenschiene mit z. B. fünf

halbrunden Aussparungen besteht, während der obere hebelartig um ein Charnier drehbare Theil die entsprechenden anderen halbrunden Ausschnitte enthält; für ganz starke Rohre endlich bedient man sich zweier durch Druckschrauben in einem Rahmen fest aufeinander passender Backen, von denen jede die Hälfte der Lochrundung enthält. Weil das Zusammenschweißen von Röhren mit quadratischem oder polygonalem Querschnitt Schwierigkeiten bietet, zieht man dieselben in viereckigen Ziehlöchern aus glühenden runden Röhren, welche entweder mit Sand angefüllt oder auch nur an beiden Seiten luftdicht verstopft sind, wobei dann die innere, durch die Hitze gespannte Luft das Einknicken der Rohrwandungen verhindern soll.

VII.

Ueberziehen des Eisens mit Metallen und anderen Stoffen.

Nur ein Theil der Eisenwaaren findet in der Verfassung Verwendung, wie sie aus den vorbeschriebenen Processen hervorgegangen; hauptsächlich die große Verwandtschaft des Eisens zum Sauerstoff, seine Neigung, an der Luft und namentlich bei Zutritt von Wasser oder Wasserdampf zu oxydiren, zu rosten, ist es, welche eine Schutzdecke von Metall oder anderen Stoffen erforderlich macht; gleichzeitig dient dieselbe in den meisten Fällen noch zur Verschönerung der Oberflächen.

Verzinnen oder Ueberziehen von Gegenständen mit einer Zinnschicht (tinning — étamage) wird angewandt zur Erzeugung von Weißblech

(tin plate — fer blanc) und erfordert zunächst die Säuberung der Oberflächen des Eisens von allen anhängenden Oxyd- und Schmutztheilen. In der Regel beizt man zunächst die Schwarzbleche kurze Zeit in verdünnter Schwefelsäure (Vorbeize — cleansing — nettoyage), glüht sie in einem Decapirofen (scaling oven — fourneau à décaper) und entfernt den gebildeten Glühspan durch Kratzen, Bürsten, Schlagen ꝛc. (Entzundern, Decapiren — scaling — décapage). Hierauf folgt ein Kaltwalzen zwischen äußerst sauber abgeschmirgelten und polirten Walzen aus Hartguß oder Stahl, um die Tafeln vollkommen glatt und eben zu machen und Reste von Glühspan zu entfernen. Die hierbei entstandene Sprödigkeit und Härte wird durch abermaliges, sehr vorsichtiges Ausglühen bei Luftabschluß beseitigt. Ferner werden die Bleche zuerst 10—12 Stunden im Kleienbade (aus Wasser und in saurer Gährung befindlicher Kleie — lies — lessives) gebeizt und dann $^1/_2$—1 Stunde lang in der Blankbeize oder verdünnter Schwefelsäure, von deren anhängenden Spuren die Blechtafeln durch Abscheuern (scouring — écurer) mit Werg, feinem Sand und klarem Wasser befreit werden.

Die so gesäuberten Bleche werden unter reinem, wohl auch schwach mit Soda versetztem Wasser aufbewahrt und vor Verunreinigung und Oxydation geschützt. Vor dem eigentlichen Verzinnen bringt man die abgetrockneten Blechtafeln in Posten von 300—400 Stück in einen Talgkessel (circa 600 lang, 400—500 breit und 500 tief), welcher mit geschmolzenem Talg oder Palmöl gefüllt und wie die weiteren 5 Pfannen von unten und den Seiten geheizt wird. Nach $^1/_2$—1 Stunde befördert man die ganze Partie zusammen in die etwas kleinere Einbrennpfanne (tinpot), welche mit geschmolzenem Zinn von möglichst genau regu-

lirter Temperatur gefüllt ist, um eine vollkommen gleichmäßige und hinreichend starke Grundschicht zu erzielen, von der das Gelingen der ferneren Processe sehr wesentlich bedingt wird; zum Schutze gegen das Oxydiren ist die Oberfläche des Metalls mit einer starken Fettschicht bedeckt. Des leichteren Anhaftens wegen setzt man dem Zinn wohl etwas Kupfer oder Blei zu und läßt die Tafeln nach Bedarf $^1/_2$—2 Stunden im Bade, ehe sie einzeln und abgekühlt in den dritten aus zwei Abtheilungen bestehenden Kessel, den Waschkessel, gebracht werden. Derselbe ist ebenfalls mit geschmolzenem Zinn gefüllt und mit einer Fettschicht bedeckt, und das Zinn muß in ihm, namentlich in der zweiten kleineren Abtheilung, so rein wie möglich sein, weil es die äußere Schicht bilden soll. Man schöpft daher in dem Maße, als aus dem Einbrennkessel unreines Zinn in den Waschkessel gelangt, letzteren aus und füllt ihn wieder mit frischem Metall auf. In der ersten Abtheilung des Waschtopfes bleibt das Blech nur so lange, bis es die Temperatur des Bades und eine zweite Zinnschicht angenommen hat; herausgezogen und auf beiden Seiten mit Werg oder einem Hanfpinsel abgerieben, wird die Tafel, namentlich um etwa beim Reiben entstandene Streifen ꝛc. verschwinden zu lassen, in die zweite Abtheilung des Waschkessels getaucht, rasch wieder herausgeholt und in den vierten Kessel (Fetttopf — grease pot) gebracht, welcher Talg von so hoher Temperatur enthält, daß überschüssiges Zinn abschmilzt und der Ueberzug auf der ganzen Fläche gleichmäßig ausfällt und hohen spiegelartigen Glanz zeigt. Nach circa 10 Minuten hebt man das Blech aus diesem Kessel und stellt es zum Abtropfen und Erkalten auf einen Rost in einen fünften, den Kaltkessel (cold pot), welcher leer oder mit Talg von niederer Temperatur angefüllt ist. Im sechsten und letzten

endlich, dem Saumkessel (listpot), wird eine am unteren Rande entstandene Anhäufung von Zinn, die Tropfkante, durch Eintauchen in eine ganz flache Schicht flüssigen Zinns oder heißen Talgs abgeschmolzen, respective bei beginnendem Schmelzen abgeklopft, so daß nur ein schmaler, matter Saum (list — lisière) zurückbleibt. Die fertigen Bleche werden noch warm mit Kleie (oft unter Kreidezusatz) abgerieben (weiß gemacht), sortirt und verpackt.

Das vorbeschriebene, am häufigsten angewandte Verfahren hat man, weil es etwas umständlich ist, vielfach abgeändert und vereinfacht, theilweise mit empfindlichen Nachtheilen für die Qualität; am besten bewähren sich noch einzelne mechanische Vorrichtungen, Walzen ꝛc., welche ein gleichmäßigeres Product liefern sollen, als die Handarbeit. — Schmiedeeiserne Gefäße scheuert man mit Sand, beizt sie mit Schwefelsäure blank, spült und trocknet sie gehörig ab und erhitzt sie über einem Kohlenfeuer; sodann giebt man geschmolzenes Zinn mit Salmiak oder Colophonium hinein und verreibt das Metall so gleichmäßig wie möglich auseinander. Kleinere Gegenstände werden in verdünnter Schwefelsäure ganz blank gebeizt, abgespült und getrocknet. Der flache Zinnkessel enthält circa 40 Mm. Zinn und über demselben eine circa 12 starke Talgschicht; da hinein giebt man die Gegenstände, rührt fleißig um und nimmt sie nach einiger Zeit wieder heraus. Drahtsiebe werden ebenfalls gebeizt, abgespült und abgetrocknet, dann mit gestoßenem weißen Pech bestreut auf einem verrosteten eisernen Rahmen von besonderer Construction aufgespannt und mit demselben circa 1 Minute in geschmolzenes Zinn getaucht; durch Klopfen und Schütteln beseitigt man das überschüssige Zinn und plättet das Gewebe zwischen Walzen. — Gußeiserne Gegenstände, namentlich von grauem Gußeisen, nehmen ur

schwer Zinn an, doch werden Gefäße häufig innen verzinnt; sie müssen in diesem Falle ausgedreht oder abgeschliffen werden, dann abgebeizt, abgespült und erhitzt. Hierauf wird geschmolzenes Zinn und Salmiak hineingebracht und wie oben sorgfältig auf der ganzen Fläche angerieben. Aeußerlich zu verzinnende Sachen werden in gleicher Weise vorbereitet erst in Salmiaklösung und dann in ein heißes Zinnbad eingetaucht. Adouciren erleichtert die Annahme des Zinnes.

Eisendraht läßt man auf einer Ziehvorrichtung zuerst zum Blankbeizen durch verdünnte Säure gehen, auf einem Kissen trocknen und dann durch einen Zinnkessel passiren; im Weiteren geht er — Alles in demselben Zuge — durch zwei hintereinander stehende Zieheisen, welche das überschüssige Zinn abstreifen und die Oberfläche glatt machen, und schließlich zur Abkühlung passirt der Draht Weißblechröhren, welche beständig von frischem Wasser durchflossen werden.

Die nasse Verzinnung, das Weißsieden, kommt für Eisen seltener in Anwendung und erfolgt in der Regel durch Einlegen in eine sehr wässerige Lösung von Zinnchlorid, in welcher reines Zinn aufgehängt ist. Eine Verzinnung auf Gußeisen, das sogenannte fonte argentine, erhält man durch Eintauchen in eine auf circa 64° erwärmte Lösung von 3 Kgr. pyrophosphorsaurem Natron und $^1/_2$—$^3/_4$ getrocknetem und geschmolzenem Zinnsalz. — Zahlreiche andere Recepte werden mit mehr oder weniger gutem Erfolge angewendet. Auf galvanischem Wege verzinnt Maistrasse guß- und schmiedeeiserne Gegenstände in einer Lösung von 100 Aetznatron von 3° Beaumé, 100 Zinnchlorür und 30 Gr. Cyankalium; die Anoden bestehen aus reinem Zinn, die Arbeitsstücke bleiben nach Vorbereitung durch Beizen und

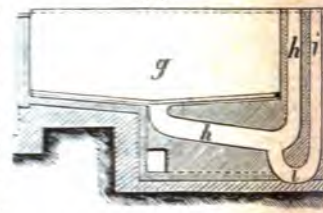
Waschen 24 Stunden in diesem Bade und werden schließlich mit der Kratzbürste bearbeitet.

Das Verzinken, auch Galvanisiren genannt, ist entschieden das vollkommenste Mittel, Eisen vor Rost zu schützen, und findet daher auch von Jahr zu Jahr ausgedehntere Verwendung; in Folge einer galvanischen Wechselwirkung zwischen Zink und Eisen erstreckt sich der Schutz sogar auf kleine, vom Ueberzug frei gebliebene Stellen des Eisens. Wie bei der Weißblech-Fabrikation ist zum Verzinken das Eintauchverfahren weitaus am gebräuchlichsten und geht auch hier ein Beizen, Glühen und Entzundern durch Schlagen und Bürsten voraus. Dann legt man die Gegenstände wohl noch kurze Zeit in eine Chlorzinklösung, läßt sie abtropfen, auch wohl trocknen, und taucht sie dann entweder mit Handzangen oder mittelst mechanischer Vorrichtungen in das geschmolzene Zink, welches häufig mit einer starken Salmiakschicht bedeckt ist. Auch das Verzinken erfolgt namentlich bei dünnen Blechen durch im Metallbade liegende Walzen und erhält man dabei glattere Oberflächen, gleichmäßigen Ueberzug und kann Blechstreifen von beliebiger Länge verzinken. Zur Verhinderung der lästigen Bildung von Hartzink, einer Legierung aus Zink und Eisen, hat man die Schmelzkessel bis auf $^2/_3$ der Höhe mit Blei angefüllt und durch Verkleinerung der Berührungsstellen von Eisen und Zink die Hartzinkbildung verringert, doch dürfte dies Verfahren, da sich das Blei trotz der gegentheiligen Versicherungen der betreffenden Fabrikanten in hohem Grade mit dem Zink legirt, ebenso wie das an anderen Orten beliebte Aufrühren des Zinkbades, durch welches Zink und Hartzink auf's innigste gemischt bleiben und sich gemeinschaftlich auf dem Eisen absetzen, vortheilhafter für den Producenten als den Consumenten sein. Reeller ist

jedenfalls das Verfahren nach **Wegelin**, welcher Hartzink und etwaigen Bleigehalt durch ihr höheres specifisches Gewicht abscheidet. Beide Stoffe setzen sich auf den Boden des Kessels g (Fig. 60) ab und treten in das Rohr h; das specifisch schwere Blei sinkt weiter in das Rohr i, während das Hartzink im Rohre h verbleibt. Das Niveau in beiden Röhren wird so lange steigen, bis dieselben mit dem geschmolzenen Zink Gleichgewicht haben; oben können beide Körper abgeschöpft werden.

Das **Verbleien des Eisens** bietet größere Schwierigkeiten, wird aber durch Zusatz von Zinn, Antimon, Kupfer ꝛc. erleichtert; auch für diesen Proceß ist reine Oberfläche unerläßliche Vorbedingung; dann wird das Eisen erhitzt und geschmolzenes Blei auf der Oberfläche verrieben. Durch einen Zinnzusatz von circa 25 Procent wird das Löthen verbleiter Bleche erleichtert. Zinküberzug macht im Allgemeinen das Eisenblech spröder, während Blei demselben mehr Geschmeidigkeit verleiht, doch ist man neuerdings durch vorsichtiges Arbeiten dahin gelangt, verzinktes Blech herzustellen, welches sich ziemlich gut falzen läßt, und da sowohl Zinkblech als auch reines Eisenblech vollkommen falzbar ist, dürfte die Erzeugung verzinkter Eisenbleche mit gleicher Eigenschaft nur eine Frage der Zeit und vervollkommneter Methoden sein.

Fig. 60.



In Amerika bringt man neuerdings mit Zinn, Zink, Blei oder Nickel zu überziehende Eisenbleche nach üblicher Reinigung in eine wässerige Lösung von 1—2 Procent eines org[illegible]talischen Chlorids, dessen Basen sich

zum Eisen positiv verhalten, z. B. Methyl- oder Aethylaminchlorid, Chlorzink oder Chlorammonium; in dieser Lösung verbleiben die Bleche 10—15 Minuten und kommen dann ungetrocknet in eine zweite Lösung aus gleichen Theilen Wasser und Chlorverbindungen organischer oder metallischer Basen, deren Salze bei der Temperatur des Metallbades schmelzbar sind. Aus dieser Lösung werden die Bleche endlich ungetrocknet in gewöhnlicher Weise in das Metallbad getaucht, welches den gewünschten Ueberzug liefern soll.

Das Verkupfern (coppering — cuivrer) auf trockenem Wege, durch Eintauchen weißglühenden Eisens in geschmolzenes Kupfer, ist bisher an der Schwierigkeit gescheitert, die der innigen Vereinigung hinderliche Oxydation beider Metalle zu vermeiden; besser gelingt es, verzinktes Eisen nachträglich durch Eintauchen zu verkupfern. — Einfacher und sicherer ist aber das Einlegen in concentrirte Kupfervitriollösung, der man Schwefelsäure, Weinstein oder dergleichen zugesetzt hat; je dünner die Kupferhaut, desto fester haftet sie, während starke Ueberzüge gerne abblättern. Auch auf galvanischem Wege gelingt das Verkupfern, doch ist große Vorsicht anzuwenden, um ein Anfressen des Eisens, resp. eine Oxydation desselben unter der Kupferhaut zu verhindern, die namentlich bei porösem Gußeisen leicht vorkommt. Durch Verbleien vor dem Verkupfern hat man diesen Uebelstand vermieden oder durch Einsatzhärtung, resp. oberflächliche Umwandlung in Stahl, während Gußstahl, ohne gebeizt zu werden, mit einem sehr flüssigen und schnell trocknenden Firniß überzogen und durch Auftragen von Graphit elektrisch, leitend gemacht wird.

Das Vermessingnen (laitonnage) bietet weniger Schwierigkeiten als das Verkupfern auf trockenem Wege, da der Schmelzpunkt des Messings niedriger liegt und das

stände mit Blattgold (burnished gilding — dorure avec de l'or en feuilles). In der Regel werden die betreffenden Stellen rauh geätzt und blau angelassen (bleuir), dann das Blattgold mit Baumwolle aufgetupft und mit dem Polirstahl angerieben (ravaler); bei besseren Waaren wiederholt man diese Arbeit zwei-, drei- und mehrmal, vor jedem Auftragen von Blattgold auf's Neue erhitzend (recuire). Nach dem letzten Auftragen wird so lange mit dem Polirstahl gerieben, bis der gewünschte Glanz erreicht ist. — Statt des Aetzens macht man die Flächen auch auf mechanische Weise rauh (rauhe Vergoldung — or haché), muß dann aber mehr Gold auftragen, um die Ritzen (hachures) vollkommen verschwinden zu machen. Auch überzieht man wohl zunächst mit Firniß, trägt auf diesen das Blattgold auf und drückt es entweder nur mit Baumwolle an (matte Vergoldung) oder polirt es mit Blutstein (glänzende Vergoldung).

Das Versilbern (silvering — argenter) von Eisen und Stahl findet nur selten Anwendung und geschieht dann meist nach denselben Methoden wie das Vergolden; erleichtert wird die galvanische und nasse Versilberung durch vorheriges Verkupfern. Noch seltener wird das Verplatiniren angewandt und das Ueberziehen mit Quecksilber, trotzdem das letztere sehr einfach zu bewirken ist und dem Verdampfen des Quecksilbers durch Abwaschen der betreffenden Stellen mit Salmiakgeist abgeholfen werden kann.

Das Plattiren, Belegen mit dünnen Platten von Messing, Neusilber, Silber ꝛc. findet schon häufiger Anwendung für Steigbügel, Pferdegebisse, Thürgriffe, Ringe, Schnallen und andere Eisen- und Stahlgegenstände. Dieselben werden in schwacher Salmiaklösung gebeizt und durch Eintauchen in dünnflüssiges, bleihaltiges Zinn möglichst gleichmäßig verzinnt. Dann legt man die Bleche auf, be-

deckt sie mit einer starken Schutzhülle von Blei und drückt sie durch Hammerschläge genau an den innern Eisernkern; auch umgießt man den letzteren wohl mit Zinn, welches nach dem Erkalten abgenommen als Matrize zum Andrücken des Bleches dient. Dieses selbst wird dann auf genaue Länge abgeschnitten, innerhalb mit Terpentin bestrichen, auf dem Eisenkern festgebunden und durch Erhitzen und Schmelzen der dünnen Zinnschicht eine feste Verbindung hergestellt.

Das Emailliren (enamelling — émailler) findet häufig für Kochgeschirre aus Guß-, Schmiedeeisen und Stahl Anwendung und besteht wesentlich in dem Auftragen des mit Wasser angemengten Emailpulvers auf die zu emaillirenden Flächen und dem Einbrennen (passer au feu) desselben im Muffelofen (Emaillirofen — fourneau d'émailler); die Emailmasse kommt dabei zum Schmelzen und haftet nach dem Erkalten als glänzender, harter und glatter Ueberzug am Eisen. Für bessere Waaren brennt man an vielen Orten zuerst eine Grundmasse ein und auf diese dann eine Deckmasse oder Glasur; von anderer Seite wird dagegen eine Emaillirung für um so vollkommener und haltbarer gehalten, je dünner sie ist. — Einen verbesserten Emaillirofen des Eisenhüttenwerkes Thale zeigen Figur 61 und 62. Ein auf Rädern in den Ofen einfahrbarer Feuerteller t, welcher zum Heben und Senken eingerichtet ist, dient zur Aufnahme des Brennmaterials, dem auf folgende Weise Luft zugeführt wird. Der nach unten umgebogene Rand des Tellers $t^1 t^1$, Fig. 62, greift in eine mit dem Mauerwerk verbundene **U**-förmige Sandzarge, Fig. 61, zum dichten Abschluß ein. Zwischen der Tellerwand und der Zarge bleibt ein dem Rande $t^1 t^1$ entsprechender Hohlraum. Beim Flantsch ist dieser Hohlraum aber vorn offen und findet hier seinen Anschluß an einen,

vorn im Tellerrande t_2 t_2 befindlichen Hohlraum. So ist also ein, den Teller kreisförmig umgebender Hohlraum gebildet. Dieser steht einestheils durch die Hauptdüsen D mit der Windleitung, anderntheils durch die kleineren Düsen d mit dem auf dem Teller befindlichen Feuerraum in Verbindung. Ueber dem Teller befindet sich die Brennplatte zur Aufnahme der zu glühenden Gegenstände; dieselbe kann von außen gedreht und außerdem gehoben und gesenkt werden.

Die Grundmasse besteht im Wesentlichen aus Quarz (50—55 Procent) und Borax (30—35 Procent), wozu

Fig. 61.

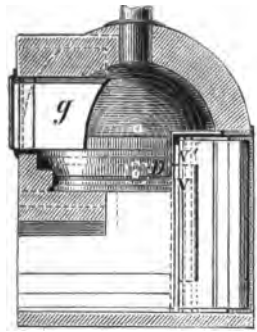
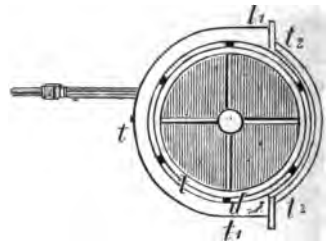


Fig. 62.



noch Thon, Flußspath und diverse andere Substanzen gesetzt werden können; das Ganze wird sehr fein gerieben, gemahlen und geschlämmt, aufgetragen und eingebrannt und liefert eine gelbbraune, gesinterte, glasige Masse, die fest an den Geschirren haftet und mit dem Fingernagel nicht geritzt werden kann. Die nach dem Erkalten aufzutragende Deckmasse besteht aus ähnlichen Ingredienzien mit einem starken Zusatz von Zinnoxyd und wird in feuerfesten Tiegeln zusammengeschmolzen. Die erkaltete Masse wird wieder fein pulverisirt, angemengt, aufgetragen und eingebrannt. —

Einen Ofen zur Herstellung von Emaillen ohne Tiegel hat Pütsch construirt und namentlich durch Verbindung desselben mit Siemens'schen Regeneratoren sehr günstige pecuniäre Erfolge erzielt. Henzel und Broz erzielen auf den Innenflächen von Eisengußwaaren dadurch einen Emaille-Ueberzug, daß sie auf dem Kern der Gußformen einen Ueberzug von Graphit anbringen und ihn sorgfältig glätten; auf diesen wird dann die hauptsächlich aus Natron-Kalkglas bestehende Emailmasse aufgetragen oder auch vor dem Trocknen des Kerns als feines Pulver aufgestäubt und vorsichtig getrocknet. Durch das einfließende geschmolzene Eisen kommt die Emaille gleichfalls zum Schmelzen und soll sehr fest auf der Fläche des Eisens haften. Die Gußwaaren bleiben bis zur Abkühlung in der Form. — Professor Rauscher tritt im »Metallarbeiter« für den Ersatz des Zinnoxyds durch Kalkphosphate ein, die früher wohl schon bekannt, aber noch wenig angewendet waren, da die zu diesem Zwecke benutzte Knochenasche zu unverläßlich in ihrer chemischen Constitution ist und daher oft mangelhafte Resultate gab. Rauscher will nun statt der Knochenasche ein Hirschhorn-Präparat mit dem vorzüglichsten Erfolge anwenden und rühmt den damit erzielten Emaillen größere Widerstandsfähigkeit nach. Außerdem soll auch der Brennproceß leichter zu controliren sein und weniger Ausschuß ergeben.

Ein anderes, erst seit Kurzem im Großen ausgeführtes Verfahren, Eisen gegen Rost zu schützen, beruht auf dem Umstande, daß sogenanntes Magneteisen (Fe_3O^4 oder nach älterer Schreibweise Eisenoxyduloxyd FeO, Fe_2O_3) selbst absolut unveränderlich unter dem Einfluß der Atmosphärilien ist und auch auf Eisen keinerlei Einwirkung äußert. Zuerst versuchte vor circa zwölf Jahren Bower diese Eigenschaft auszunützen, ohne aber zu praktischen Resultaten

zu gelangen. Vor drei bis vier Jahren trat Prof. Barff mit seiner Methode hervor, Eisen vermittelst überhitzten Wasserdampfes auf seiner Oberfläche mit Magneteisen zu zu bedecken, und hat nach mancherlei Versuchen mit untenstehend abgebildetem Apparat (Fig. 63) sehr beachtenswerthe Resultate erzielt. B ist ein Generator, in welchem der Dampf erzeugt wird. Ein Rohr b führt denselben mit circa sechs Atmosphären Spannung in den Ueberhitzer C, welcher aus einer spiralförmig gewundenen, im Feuer liegenden Eisenröhre von 12 M. Länge und 25 Mm. Durchmesser besteht. Aus dieser tritt der überhitzte Dampf durch das Rohr F in die Kammer A, welche aus Ziegeln besteht uud durch eine Feuerung geheizt wird, deren Canäle um die Kammer herumgehen und sich oberhalb derselben wieder vereinigen. Den überschüssigen Dampf führt Rohr d unter die Feuerung des Dampferzeugers. Die Kammer A wird zunächst auf 260° erhitzt, mit den eisernen Gegenständen gefüllt und nach Verschluß der Thür wieder auf 260° gebracht. Je nach den zu behandelnden Gegenständen müssen dieselben dann dem überhitzten Wasserdampf 5—10 Stunden ausgesetzt werden, worauf die Operation beendet ist. — In Folge der guten Resultate des Prof. Barff nahm auch Bower seine

Fig. 63.

Versuche wieder auf und gelang es ihm, Kohlensäure unter dem Einfluß des Kohlenstoffs im Eisen zu zerlegen und auf der Oberfläche des letzteren Magneteisen zu bilden. Zu diesem Zwecke werden in einem Regenerativofen die Heizgase mit der nöthigen Luft gemengt, in einen Verbrennungsraum und von da in einen darüber liegenden zweiten Raum geleitet, der mit dem zu bedeckenden Eisen gefüllt ist. Nach der Benützung streichen die Gase um ein Paar Rohre, durch welche die zum Verbrennen der Gase nöthige Luft einströmt und entweichen von da in den Kamin.

Die zu schützenden Gegenstände werden so dicht als erforderlich aufeinander ohne Zwischenmittel in den Ofen gesetzt und nachdem die Kammer geschlossen, mit einem Ueberschuß von Gas zur Kirschrothgluth erhitzt, sodann wird der Luftschieber weiter geöffnet und die Flamme vollständig geklärt. Die Temperatur wird durch den Kaminschieber regulirt. Nachdem während 30 Minuten der Oxydationsproceß vor sich gegangen, werden Kamin- und Luftschieber vollständig geschlossen, der Gasschieber und eine kleine Oeffnung in der Kammerthür aufgemacht. Die Kammer füllt sich mit Gas und der Reductionsproceß beginnt. Nachdem dieser 30 Minuten gedauert, wird der Oxydationsproceß wieder eingeführt u. s. f. Neun bis zehn Wechsel sind fast immer genügend und der letzte ist natürlich immer der zur Reduction. Das Eisen wird ohne alle Vorsicht aus dem Ofen gezogen und ist nach dem Erkalten mit einer nach Belieben dickeren oder dünneren Schicht eines äußerlich schön blaugrauen $Fe_3 O_4$ bedeckt.

Von den einfacheren Ueberzügen zum Schutze des Eisens ist namentlich das Einfetten zu erwähnen, welches sowohl zum Conserviren von in der Erde liegenden Röhren, Drähten ꝛc., als auch zum Erhalten glänzender und polirter

Oberflächen von Stahltheilen an Waffen, Instrumenten u. dgl. dient. Während für diese letzteren Zwecke ein Ueberziehen mit einer dünnen Schicht kalten, möglichst säurefreien Fettes genügt, werden Rohre gewöhnlich so heiß gemacht, daß der aufgestrichene Talg in die Poren eindringt, ohne doch abzubrennen, oder man taucht sie in kochenden Talg oder Oel. — Zur Herstellung von Anstrichen auf Eisen eignen sich vorzugsweise solche Substanzen, welche dünnflüssig sind und rasch trocknen, so daß nur sehr dünne Schichten auf der Oberfläche entstehen. Besonders sorgfältig ist beim ersten Anstrich, beim Grundiren, zu verfahren und eignet sich für diesen Zweck am besten der gewöhnliche Leinölfirniß mit Mennige oder Minium, weniger gut, aber wesentlich billiger mit Eisenmennige, gepulvertem Roheisenstein; ein Zusatz von Graphit giebt die sogenannte Diamantfarbe. Sehr dauerhaft ist auch ein Anstrich von heißem Theer, oder ein Eintauchen in denselben, wie es für Rohrleitungen vielfach angewendet wird. — Auf die Grundfarbe von Mennige oder Graphit läßt sich dann jeder beliebige Anstrich gut anbringen.

Zu den Verschönerungsarbeiten übergehend, findet das Bräunen des Eisens (Brüniren — browning — bronzing) namentlich bei Waffen, damascirten Gewehrläufen ꝛc. Anwendung und beruht dasselbe, gleich dem früher betrachteten Barff'schen Rostschutzverfahren namentlich auf der Hervorbringung eines dünnen und gleichmäßigen Rosthäutchens. Zur Erzeugung dieser Rostschicht sind sehr verschiedene Flüssigkeiten empfohlen, deren wirksamste Bestandtheile in Quecksilbersublimat, Eisenchlorid, Schwefel- und Salpeteräther, Eisen- und Kupfervitriol, Salpetersäure und namentlich Spießglanzbutter (Chlorantimon — englisches Bronzirsalz) bestehen. Manche Flüssigkeiten müssen

oft wiederholt angewandt und dazwiſchen loſe Roſtſtücke ſorgfältig entfernt werden. Zuletzt müſſen die Reſte der Bronzirſubſtanzen vorſichtig abgewaſchen werden; dann trocknet man die Oberfläche, polirt ſorgfältig und reibt ſie mit Wachs ein oder überſtreicht ſie mit Firniß. — Mattgraue Färbung ſoll eine concentrirte wäſſerige Löſung von 2 Th. kryſtalliſirtem Eiſenchlorid, 2 Th. Spießglanzbutter und 1 Th. Gallusſäure hervorrufen, für dunkles Braun wird ſalpeterſaures Silberoxyd in ſtark verdünnter Löſung verwendet; eine Tinktur für ſchwarzen Ueberzug beſteht aus Kupfer- und Eiſenchlorid mit Queckſilberſublimat und Salmiak. — Das eigentliche Schwärzen erfolgt bei Gußwaaren durch Anräuchern über einem Feuer von Kienholz und ſtarkes Bürſten. Auch durch Beſtreichen mit Leinöl und Abrauchenlaſſen desſelben in einer Pfanne über dem Feuer kann man Gegenſtände aus Gußeiſen ſowohl als auch aus Schmiedeeiſen und Stahl ſchwärzen.

VIII.

Die Arbeiten des Schmieds.

Das Schmieden (smithing, forging — forger) oder die weitere Verarbeitung des geſchmiedeten, reſp. gewalzten Schmiedeeiſens und Stahls erfolgt am vortheilhafteſten in lebhafter Rothglühhitze (red heat — chaleur rouge), einmal, weil in dieſem Zuſtande die Dehnbarkeit des Metalls beiweitem höher iſt als in der Kälte, und dann, weil in gewöhnlicher Temperatur bearbeitetes Eiſen raſch hart und ſpröde wird und hierauf für weitere Bearbeitung immer wieder

durch Ausglühen die frühere Weichheit hergestellt werden müßte; die Weißglühhitze (Schweißhitze — welding heat — blanc soudant) wird hauptsächlich des höheren Eisenverlustes und Brennmaterialaufwandes halber nur dann angewandt, wenn wirklich Schweißungen ausgeführt werden sollen. Auch benachtheiligt, wie wir schon oben gesehen, eine zu weit getriebene Erhitzung, namentlich des Stahls, die guten Eigenschaften der Productes auf das empfindlichste. — Sobald das Eisen unter fortgesetzter Bearbeitung bis zu schwacher Rothgluth abgekühlt ist, muß es wieder erhitzt werden, falls man nicht durch weitere Behandlung besondere Härte und Elasticität hervorbringen will; zur Beförderung dieses besonderen Zweckes — z. B. für ganz grobe Stahlwaaren — macht man wohl auch Hammer und Ambos naß (Naßschmieden) und erzielt dabei gleichzeitig glatte Flächen und ein vollkommeneres Abspringen des Glühspans. — Das Erhitzen des Eisens geschieht durch directe Einwirkung des glühenden Brennmaterials — Holzkohlen oder Steinkohlen von möglichst backender Natur und in zerkleinertem Zustande (Grus, Schmiedegruß — culm, small coal, slack coal — menu) in oben offenen, von Ziegeln aufgemauerten oder gußeisernen, kastenförmigen Herden (Schmiedefeuern oder Schmiedeessen — hearth — forge), welche meist paarweise vorhanden sind und wobei dann das eine Feuer vorzugsweise zum Ausschmieden, das andere zum Härten dient. Die Verbrennungsluft wurde hierbei früher meist durch einfache oder doppelte, trapez- oder cylinderförmige Blasebälge (bellow — soufflet à vent), seltener durch Kastengebläse, Cylindergebläse und zahlreiche andere Gebläseformen herbeigeschafft; neuerdings sind am meisten die Ventilatoren nach Schiele und die Kapselräder von Roots im Gebrauch, zu deren Vergleichung die nachfolgenden

Tabellen dienen mögen. In denselben bedeutet d den Durchmesser der Austrittsöffnung, respective Windleitung, D den Flügeldurchmesser, n die Anzahl der Touren per Minute, z die Zahl der Schmiedefeuer à 30 Mm. Durchmesser, welche damit betrieben werden können, P die erforderliche Betriebskraft in Pferdestärken, w die Windmenge per Minute, g das Gewicht des Apparates in Kilogramm und q den Wasserdruck in Millimetern.

z	d	D	q	n	w	P	g
			a) Ventilatoren nach Schiele.				
5	125	250	150	4000	6	$^1/_2$	—
8	150	320	180	3500	$9^1/_2$	$^3/_4$	—
12	185	400	200	3000	$14^1/_2$	$1^1/_4$	—
20	200	500	200	2000	24	2	—
			b) Roots Blower.				
1	70	—	—	500	1·5	0·15	30
3—4	80	—	—	500	7·8	0·50	36
6—7	96	—	—	500	15	1	210
10	140	—	—	400	28	2	350
20	200	—		400	56	3	550

Die Feuergrube des Schmiedeherdes (fireplace — creuset) ist eine viereckige Vertiefung (circa 75 Mm.), welche an der **Brand-** oder Feuermauer (back — contre coeur) liegt, in und über derselben befindet sich das Brennmaterial. Die Brandmauer trägt oben Rauchfang oder Mantel, welcher die Verbrennungs-Producte, den Rauch in den Schornstein (chimney — cheminée) führt; unten wird sie mit einer starken gußeisernen Platte (back) geschützt und erhält eine Durchbrechung im Niveau der Feuergrube zum Einsetzen des circa 260 Mm. langen, 90 breiten und hohen **Eßeisens** (**Form** oder **Windform** — twyer — tuyère) welches

der Länge nach mit einer vorn cylindrischen, nach hinten zur Aufnahme der Düse oder Deute des Gebläses sich konisch erweiternden Bohrung versehen ist.

Für besondere Zwecke bedient man sich ringförmiger Schmiedefeuer — in der Regel größtentheils aus Gußeisen bestehend — welche den Vortheil haben, von allen Seiten zugänglich zu sein, in anderen Fällen ofenartig geschlossener Herde, für größere Schmiedestücke der früher beschriebenen Schweiß- und Glühöfen und für kleinere Arbeiten außerhalb der Werkstätte, transportabler Schmiedeherde (Feldschmieden) auf Rädern und ganz aus Eisen.

Da es nach dem früher Gesagten klar ist, daß der Schwefelgehalt der Steinkohlen einen überaus nachtheiligen Einfluß auf die Qualität des Eisens ausübt, darf man das Schmiedestück nur mit halbverbrannten, entschwefelten Coaks in directe Berührung kommen lassen; deshalb legt man auch bei der Ingangsetzung des Feuers am Morgen auf den Boden der Feuergrube eine Schicht Coaks von früherer Arbeit; auf diese legt man das Eisen und bedeckt es ebenfalls mit Coaks. Diese letzteren werden von Zeit zu Zeit mit Wasser äußerlich besprengt und kühl gehalten und dient hierzu der Löschwedel (sprinkle — goupillon), ein Besen oder Lappen mit Stiel; in Folge dessen sinken sie nach und nach zu einer festen Decke zusammen und lassen über der Feuergrube und dem zu erhitzenden Eisen eine Höhlung frei. Auf die gewölbeartige Decke werden nach Bedarf nasse frische Kohlen gebracht; dieselben entschwefeln sich, verkoken, backen dabei zusammen und erhalten das Gewölbe in der nöthigen Stärke. Unter das Arbeitsstück auf den Boden der Feuergrube werden immer nur so viel frische Kohlen gebracht, daß dieselben mit dem ersteren nicht in directe Berührung kommen.

Durch Vorwärmen des Windes auf 100—400° wird erfahrungsmäßig an Abbrand, Brennmaterial und Arbeitszeit ganz wesentlich gespart und eine größere, gleichmäßigere und damit auch reinere Hitze erzielt, indem die aus Kohlenasche und Eisenoxyd sich bildende Schlacke (Slack, slag — mâchefer) vollkommen schmilzt und sich nicht so sehr an das Eisen anhängt. Die Windheizapparate bestehen entweder in eisernen, über dem Feuer angebrachten Rohren oder in einem gußeisernen Kasten, der unter dem Feuer oder neben demselben an oder in der Brandmauer aufrecht steht; beide werden sammt dem durchströmenden Wind vom Schmiedefeuer selbst erhitzt. Bei dem Groß'schen Apparat liegt unter dem Luftkasten noch ein Wasserbehälter, und zwar mit seiner oberen Hälfte im Niveau der Feuergrube. Der hier entwickelte Wasserdampf gelangt durch ein Loch in das Dampfgehäuse, einen dreiseitig prismatischen Kasten unten im Luftbehälter, aus Gußeisen oder Schwarzblech, welcher nach vorn mit der kupfernen Windform in Verbindung steht und in welchem sich die aus dem Luftkasten in das Gehäuse tretende warme Luft mit dem Wasserdampf vermischt. Ob die Einführung von Wasserdampf nicht eher schädlich als nützlich wirkt, wollen wir hier nicht weiter erörtern, verbürgte praktische Resultate mit diesem Apparat sind uns nicht bekannt, wohl aber liegt über Brennmaterialersparniß durch Windheizapparate überhaupt folgende Tabelle von Grandpré vor:

Stündlicher Brennmaterialverbrauch in Kilo.

	Steinkohlen		Holzkohlen		Coaks	
	kalter Wind	warmer Wind	kalter Wind	warmer Wind	kalter Wind	warmer Wind
Nagelschmiedfeuer	1—1·25	0·67—1·167	0·875—1·25	0·75—0·938	—	—
Kleines Schlosserfeuer für Eisen bis 2 Qu.-Cm. Querschnitt	2—3	1·75—2·25	1·75—2·5	1·5—2·0	1·25—1·75	1—1·375
Größeres Feuer bis 15 Qu.-Cm. Querschnitt	3·25—4·5	2·75—3·29	2·75—3·87	2·155—2·75	2·25	2—2·75
Großes Grobschmiedfeuer	7—9	5·5—7·5	6—7·5	4·75—6·5	4·25—5·5	3·375—4·5

Es ergiebt sich also durchschnittlich eine Ersparniß von 10—16 Procent Brennstoff.

Bei größeren Feuern, wenn mehrere Eisenstücke gleichzeitig im Feuer liegen hat ein Arbeiter ausschließlich mit dem Hitzemachen, dem Instandhalten des Feuers, eventuell Ziehen des Blasebalges zu thun, und namentlich auch darauf zu achten, daß des Abbrandes wegen die Eisen nicht gerade vor dem Winde, sondern etwas höher liegen; bei ganz großen Stücken aber sind außer dem Meister (maker, foreman — forgeron) noch zwei, drei oder vier Zuschläger (strikers — frappeurs) erforderlich. Den Brennstoffverbrauch nimmt man an: Für kleinere Sachen in einer Hitze zu 70—90 Kgr. Steinkohlen oder 60—70 Holzkohlen per 100 Kgr. fertiger Waare, doch variirt derselbe ungefähr von 30 Kgr. bis hinauf zu 150 und 200 Kgr. Der Eisenverlust beträgt für eine Hitze 5—10 Procent, steigt aber unter Umständen bis zu 20 Procent und höher.

Die Formöffnung beträgt für kleine 10—15, für mittlere 15—20 und für größere Feuer 25—30 Mm.; bei größeren Dimensionen werden durch Zutritt überschüssiger

Luft unnöthig viel Kohlen verbraucht. Außerdem ist noc die Anbringung eines Schiebers oder einer Drosselklappe i der Windleitung zu empfehlen zur Regulirung des Luftzu tritts. Windformen von Gußeisen brennen verhältnißmäßi rasch fort und werden so lange wie möglich durch Vor schieben ausgenützt, kupferne Formen sind zwar theuere halten aber besser, namentlich wenn sie hohl sind und m durchlaufendem Wasser gekühlt werden (Wasserform). - Zur besseren Vertheilung des Windes macht man die Aus trittsöffnung der Form auch wohl ringförmig oder läßt de Wind durch einen rostförmigen Boden von unten in da Feuer treten.

Die zum Festhalten kurzer Stücke dienenden Schmied zangen (tongs — tenailles) von sehr verschiedener For und Größe sind aus Schmiedeeisen angefertigt und habe lange Griffe (reins), über welche man, um das gerade (fl bit tongs), gekrümmte oder rechtwinkelig aufgebogene (hoc tongs) Maul (bit) festgeschlossen zu erhalten, eine Klamm oder einen Ring schiebt. Zangen für schwere Gegenstän hängen in Ketten an Krahnen verschiedener Constructione Die Handhabung des Schmiedestücks auf dem Ambos dur den Vorarbeiter besteht in geeignetem Wenden, Drehen u Verschieben, so daß die Schläge der schweren Zuschlaghämm auf die richtige Stelle fallen; bei kleineren Gegenständ führt der Meister wohl auch in der rechten Hand ein kleinen Hammer zum Nachhelfen und zum Bezeichnen d zu treffenden Stellen.

Zu den einfacheren Schmiede-Operationen genügen a Werkzeuge Hammer und Ambos. Das Gewicht, die Gest und Größe des Ambos (anvil — enclume) hängen natürli direct ab von den Dimensionen des Arbeitsstücks und b trägt für Grobschmiede 250 Kgr. und mehr, dagegen f

Schlosser 100, für Nagelschmiede 30 und für Kleinmechaniker oft kaum $^1/_2$ Kgr. Der Hauptkörper besteht meist aus Schmiedeeisen, weniger passend aus Gußeisen, und hat oben eine 10—30 Mm. starke, gehärtete und gelb angelassene Stahlbahn (face — table); ist der Ambos länger als 300 Mm., so schweißt man wohl zwei solche Stahlplatten nebeneinander auf. Bei kleineren, meist ganz aus Stahl bestehenden Ambossen ist die Bahn quadratisch, bei größeren länglich viereckig, doch macht man sie auch rund, elliptisch, eiförmig ꝛc. und die Fläche selten ganz flach, sondern meist etwas convex. Die entgegengesetzte Grundfläche ist eben oder etwas ausgehöhlt und ruht entweder in einer wenige Centimeter tiefen Aussparung des Ambosstocks (stock — chabotte) (siehe Seite 95) oder ist mit diesem durch einen kurzen eisernen Zapfen verbunden. — Ein billiger Ersatz für den Ambosstock besteht in einer großen Tonne ohne Boden, mit eisernen Reifen gebunden und bis 150 Mm. vom Rande mit Flußsand ausgestopft; oben auf diesem ruht eine runde, dicke Holzscheibe und in dieser der Fuß des Ambos. — In der Regel bringt man an den schmalen Seiten der Ambosse horizontale, einander gegenüberstehende Verlängerungen an, von denen die eine flach, oft schmäler als die Bahn und mit einem senkrechten viereckigen Loch versehen ist, zur Aufnahme von Hilfswerkzeugen; während die andere, das Horn (beak — bigorne), rund und kegelförmig gestaltet zum Rundbiegen des Eisens benutzt wird. — Abweichende Formen werden im zweiten Theile dieses Werkes besprochen werden, ebenso die anderen Hilfswerkzeuge, wie Hämmer ꝛc.

Die letzteren sind, wenn von Hand zu führen, im Allgemeinen Eisenstücke von prismatischer oder pyramidaler Form mit zwei stählernen, genügend harten Auffatzflächen

und einem, durch den Schwerpunkt gehenden, gehörig mit Keilen befeſtigten Stiel. Iſt die Aufſatzfläche von beträchtlicher Größe und ganz oder annähernd quadratiſch oder kreisförmig, ſo nennt man ſie Bahn, im anderen Falle Finne (pane — panne); in der Regel beſitzt jeder Hammer eine Bahn und gegenüberſtehend eine Finne. Das Gewicht variirt von 0·1—10 Kgr.; Hämmer bis 2·5 Kgr. werden mit einer Hand geführt (hand hammer — marteau à main), die größeren Zu- oder Vorſchlaghämmer (two handed hammer, sledge h. — marteau à devant, m. à frapper devant) werden zum Schlagen mit beiden Händen mit circa 800 langen Stielen verſehen. — Die zum Schmieden gebrauchten Schwanzhämmer unterſcheiden ſich kaum von den auf Seite 97 behandelten Reckhämmern und werden durch Waſſer- oder Dampfkraft betrieben, ganz kleine auch wohl mit dem Fuße bewegt (Tritthammer — oliver). Unter den Verticalhämmern finden die ſchon oben genügend beſprochenen Dampfhämmer ausgedehnte Verwendung und wechſelt das Fallgewicht von 25 bis zu 50.000 Kgr. und mehr und die Hubhöhe von 300—3000 Mm. — Für ſpecielle Zwecke ſind horizontale Dampfhammer-Conſtructionen angewendet; dann ſind zu erwähnen die nach Art der Pochwerke eingerichteten Daumenhämmer (marteau pilon à cames), Friction shämmer (marteau pilon à friction), bei welchen die Hammerſtange zwiſchen zwei in entgegengeſetztem Sinne laufenden Frictionsſcheiben gehoben wird. Mehr Anwendung findet der Federhammer (dead stroke hammer), bei welchem der zwiſchen verticalen Prismen geführte Hammerbär mit der Antriebswelle durch einen elaſtiſchen Stahlbügel und ein Kurbelgetriebe ſo in Verbindung ſteht, daß durch Vergrößerung der Umlaufsgeſchwindigkeit auch die Stärke der Hammerſchläge vergrößert werden kann.

Riemenhämmer (drop press) werden durch Aufwinden des Riemens, an welchem sie hängen, gehoben; hydraulische Hämmer (marteau hydraulique) sind den Dampfhämmern ähnlich gebaut, doch wirkt statt des Dampfes Oel auf den Kolben, welches mit einer Pumpe unter denselben gepreßt wird. Pneumatische Hämmer werden durch comprimirte oder auch verdünnte Luft getrieben.

Zahlreiche andere mechanische Schmiedevorrichtungen (Schmiedemaschinen — forging machine — machine à forger) haben sich nur für ganz bestimmte Zwecke praktisch bewährt, ebenso Preßschmieden und hydraulische Schmiedevorrichtungen verschiedener Art.

Die einfachste Arbeit des Schmieds, das Strecken drawing — étirer), erfolgt durch zweckmäßiges Aufschlagen mit der Finne des Hammers, daher auch der Ausdruck Abfinnen (scarfing — amorcer). Die entgegengesetzte Arbeit, das Stauchen (jumping, up setting — refouler), besteht im örtlichen Verdicken des Eisens und wird nach Erhitzung der betreffenden Stelle durch Stoßen in der Längsrichtung gegen den Ambos oder einen in den Fußboden eingelassenen Stauchklotz von Gußeisen oder Stein oder durch Hammerschläge in derselben Richtung ausgeführt. Eine andere Art Stauchung ohne mechanische Einwirkungen, z. B. zur Verkleinerung der lichten Weite von Spurkranzreifen oder tyres, besteht im Eintauchen des rothwarmen Ringes der Breite nach und bis zur Hälfte in kaltes Wasser. Hierbei muß der rothwarme, nicht eingetauchte Theil der Zusammenziehung des abgeschreckten folgen und erhält dadurch eine bleibende Verringerung des Durchmessers; nach nochmaligem Glühen wird dann der früher nicht abgeschreckte Theil in das Wasser getaucht und auf den kleineren Durchmesser gebracht.

Ein Ansatz (sett off), d. h. ein gegen die benachbarten Flächen des Schmiedestücks vorspringender Theil bildet sich, wenn man das Eisen beim Schmieden so auf den Ambos legt, daß die betreffende Stelle über dessen Kante hinausragt, und dann den aufliegenden, unterstützten Theil mit dem Hammer bearbeitet; auch bedient man sich eines eisernen verstählten Stöckchens von parallelepipedischer Gestalt, welches mit einem Zapfen in das Loch des Amboſſes eingesetzt wird, oder man bildet die scharfe Ansatzkante durch Aufsetzen eines Setzhammers (Setzmeißels- oder -stempels — Sethammer — Chasse), welcher einen Hammer mit zwei Bahnen (ohne Finne) ähnlich, mit hölzernem oder, um das Prellen in der Hand zu vermeiden, mit biegsamem und nachgiebigem, aus Ruthen zusammengedrehtem Stiel; auf die obere Bahn des Hammers wird mit Schmiede- oder Zuschlaghämmern geschlagen. Je nach der Gestalt der unteren, mit dem glühenden Eisen in Berührung kommenden Bahn gerade oder schräge (Ballhämmer), runde und halbrunde Setzhämmer. Die erstgenannte Gattung erzeugt einen geraden rechtwinkeligen Ansatz wie die Amboskante, und wenn beide gleichzeitig auf das glühende Eisen einwirken, so entsteht ein zweiseitiger oder doppelter Ansatz. Der schräge Setzhammer macht einen spitzwinkeligen, der runde einen rinnenförmigen Eindruck; sollen derartige doppelte Ansätze hervorgebracht werden, so hilft man sich durch ein entsprechend geformtes Stöckchen.

Biegungen im rechten Winkel erzeugt man durch Herumschlagen des Arbeitsstückes um die Kante des Amboſſes oder des vierkantigen Horns, runde über dem kegelförmigen Amboshorn oder besonderen cylindrischen oder kegelförmigen Dornen (mandrel — mandrin), S-förmige mit Hilfe der Sprenggabel (double set — griffe), einem kleinen Einsatz

im Ambosloch, oben mit zwei cylindrischen Zapfen versehen. Zum Ausrichten von windschief aus der Walze gekommenem, noch glühendem Quadrateisen bedient man sich eines Schlüssels mit quadratischer Oeffnung und langem als Hebel dienendem Stiel (hook wrench); für Façoneisen ist die Oeffnung entsprechend geformt. Andere Biegungen, namentlich nach Kreislinien, lassen sich durch Auflegen des Arbeitsstückes auf zwei, auf dem Ambos liegende Eisenstücke erzielen, indem man auf ersteres so lange mit einem Hammer zwischen die beiden Unterlagen schlägt, bis es in der Mitte die Ambosbahn berührt. Tonnenbändern und Wagenradreifen ertheilt man auf solche Weise durch allmähliches Vorschieben des Flacheisens und Wiederholen der Operation eine ganz kreisförmige Biegung. — Zum Biegen von schmiedeeisernen Röhren hat man an Stelle der bisher gebräuchlichen Füllungen mit Pech oder anderen Stoffen die Einführung eines biegsamen Dorns, resp. einer eng gewundenen Spiralfeder von quadratischem Draht vorgeschlagen, mit etwas geringerem Durchmesser als die lichte Weite des zu biegenden Rohres. Zum Biegen von Eisenbahnschienen und anderen schweren Façoneisen bedient man sich am besten ähnlicher Biegewalzwerke, wie nach Seite 128 für schwere Bleche.

Zum Abhauen überflüssigen Eisens von einem fertigen Schmiedestück dient der Abschrot oder Abschröder (anvil chisel — tranche) oder der Schrotmeißel (chisel — ciseau à chaud); ersterer, ein kurzer Meißel, sitzt unten mit Stiel im Ambosloche, auf seine, nach oben gekehrte Schneide wird das Eisen gelegt. Das Zertheilen erfolgt durch Hammerschläge auf das Eisen, während der Schrotmeißel auf dieses gesetzt und mit Hammerschlägen durchgetrieben wird. Schmale Schrotmeißel bis circa 240 Mm. lang werden mit der Hand gehalten, breitere sind kürzer

und wie Hämmer mit hölzernen Stielen versehen, welche bald parallel, bald rechtwinkelig gegen die Meißelschneide angeordnet sind. Zur Schonung der Schneide haut man nie völlig durch bis auf die harte Ambos- oder Hammerbahn, sondern läßt zwischen den zu trennenden Theilen ein dünnes Flachband stehen und bricht sie durch Hin- und Herbiegen auseinander. — Nagelschmiede setzen den Abschrot neben den Ambos als selbstständiges Werkzeug in den Ambosstock und versehen ihn mit einer Vorrichtung, um das Abhauen gleich langer Stücke zu erleichtern. — Beim Aufhauen treibt man einen schlanken, oft mit bogenförmiger Schneide versehenen Meißel (Aufhauer — cutting chisel — langue de carpe) ganz durch das über einem Loche liegende Eisen, ohne dessen Querschnitt wesentlich zu schwächen; durch Auftreiben (opening out — étamper) mit 150—300 Mm. langen, sich sehr allmählich verjüngenden, gehärteten Stahlkörpern von quadratischem, rechteckigem oder rundem Querschnitt, den Dornen (drift, mandrel, triblet — étampe, mandrin), lassen sich die Schlitze erweitern und zu entsprechender Form ausbilden.

Beim eigentlichen Lochen bildet man das Loch durch Herausschlagen eines Eisenstückes von entsprechender Gestalt und Größe (Putzen — burr — bouchon) mit dem Durchschlag (punch — poinçon), einem Schrotmeißel, welcher statt der Schneide am dünnen, verstählten und gehärteten Ende eine ebengeschliffene Fläche von Gestalt und Größe des herzustellenden Loches besitzt; derselbe wird auf das glühende Eisen gesetzt und mit Hammerschlägen durchgetrieben. Letzteres liegt dabei auf dem Ambosloch, auf einem Lochring (bolster — perçoire) oder auf der Lochscheibe, einer starken, verstählten Eisenplatte mit durchgehenden Löchern von verschiedener Gestalt und Größe. Bei dicken Arbeitsstücken ist

es zweckmäßig, zum leichteren Herausziehen des Durchschlages nach den ersten Hammerschlägen etwas Kohlenstaub in das gebildete Loch zu streuen und zur Erzielung regelmäßigerer Gestalt locht man von beiden Seiten je zur Hälfte. Um den Durchschlag mit Sicherheit auf der richtigen Stelle anzusetzen, wird diese vorher auf dem kalten Eisen ermittelt und durch eine kleine trichterförmige Vertiefung mit dem Körner (coner — amorçoir) angezeichnet, einem runden, durchschlagähnlichen Stahl, welcher statt der ebenen Endfläche eine stumpfe, kegelförmige Spitze hat.

Eine weitere Arbeit, die Kopfbildung an Nieten, Bolzen u. dergl., kann auf dreierlei Weise erfolgen. Entweder streckt man Eisen von der Stärke des Kopfes zu einem dünnen Schaft aus, an dessen einem Ende man den Kopf stehen läßt; oder man bildet, wie früher erwähnt, an Eisenstücken von der Stärke des Schaftes den Kopf durch Anstauchen; oder man schweißt auch und namentlich bei großen Köpfen um das Ende des Schaftes einen Ring. Zur weiteren Ausbildung des Kopfes bedient man sich dann noch der Nageleisen (bolt-header, heading tools — clouyère, cloutière), langer, schmaler Eisenstücke, auf der Arbeitsseite verstählt und mit Löchern von, je nach Bedarf, runder, quadratischer oder länglich viereckiger Gestalt, welche auf der entgegengesetzten Seite etwas weiter sind. Man steckt den geschmiedeten Bolzen derart in das Nageleisen, daß der stärker gelassene Theil oben aus dem Loche hervorragt und durch Hammerschläge in die beabsichtigte Form gebracht wird. Bei letzterer Arbeit hilft man sich auch durch das Aufsetzen von Kopfstempeln (cup tool, estampe), welche mit der Hand oder an hölzernen Stielen gehalten werden und eine Vertiefung von angemessener Form haben. Für manche Zwecke, zur Bildung versenkter Nietköpfe ꝛc., muß auch das Nageleisen

auf der oberen, verstählten Seite Einsenkungen haben, in welche man das Eisen hineinschlägt.

Ueber dem Dorn schmiedet man hohle ring- oder röhrenförmige Gegenstände vor; der Dorn steckt in dem Amboßloch oder wird in der Hand gehalten, der zu bearbeitende Gegenstand aufgeschoben und zur Verhinderung des Zusammenschweißens taucht man den ersteren wohl in Lehmwasser. Größere Ringe bildet man auf dem festen Horn des Amboßes. Kleine Schraubenmuttern werden aus Stabeisen um den Dorn gebogen und zusammengeschweißt und haben vor den durch Lochen und Ausdornen gebildeten den Vortheil, daß die Eisenfasern in der Richtung des Gewindes laufen, letzteres daher mehr Festigkeit hat und nicht so leicht ausbricht.

Die Gesenke (shapers, moulds, prints, bosses, swages — estampes, étampes) sind vertiefte schmiedeeiserne Unterlagen, in deren vielgestaltige Höhlungen mit gehärteter Oberfläche das glühende Eisen, ähnlich wie in die Einsenkungen des Nageleisens, mit dem Hammer hineingeschlagen und so gezwungen wird, allerlei verschiedene Formen und Verzierungen anzunehmen. Erforderlich sind solche Gesenke oder mindestens je ein Untergesenk (bottom swage, die — Dessous) zur Bildung von rundlichen und Gegenständen von solcher Gestalt, daß die Flächen nicht paarweise einander gegenüberstehen. Das Untergesenk ist ein Stahlklotz, der im Amboßloche steckt oder durch einen auf der Bahn liegenden Ring festgehalten wird. Seltener wird ein Gesenkstock, Gesenkkloben (swage block) angewandt, d. h. ein viereckiger Gußeisenklotz mit großer Auswahl von Profilen. Die Bildung der Profile oder Einsenkungen selbst geschieht nur selten durch Ausarbeiten mit Feilen und sonstigem Werkzeug, sondern in der Regel durch Einschlagen eines gehärteten

Stahlstückes, Kern (core — noyau), von der Form des zu schmiedenden Gegenstandes in die zur Weißgluth erhitzten Gesenke. Beispiel der Benützung eines eintheiligen Gesenkes bilden die vorerwähnten Nageleisen, ferner die Anfertigung viereckiger Muttern, mit und ohne Ansatz, sechseckiger Muttern ohne Ansatz, sechseckiger Schraubenköpfe, dreieckiger und halbrunder Stäbchen ꝛc. ꝛc. Zum Schmieden glatter, runder Stäbe dienen je zwei Rundgesenke (rounding tool — étampe ronde) mit nahezu halbcylindrischen Höhlungen, in denen der Stab nach jedem Schlage gedreht und erforderlichenfalls auch hin- und hergeschoben wird. Das Rundschmieden auf den Reckhämmern der Frischhütten geschieht in dieser Weise. Gewisse gröbere Profilirungen können dem Rundstab durch Drehen während des Schmiedens in passend gestalteten Gesenken ertheilt werden und bei fortschreitenden Drehungen lassen sich sogar grobe Schraubengewinde erzeugen. Bei Anfertigung sich oft wiederholender Gegenstände verbindet man beide Gesenke oft durch einen federnden Bügel (springy shapers) derart, daß beim Schließen beide Theile ohne Weiteres die richtige Lage gegen einander haben. Die Fallwerke zum Prägen von Blechwaaren sind eigentlich auch nur Gesenke, bei denen das Obertheil durch maschinelle Vorrichtungen bewegt wird. Verticalhämmer und Schmiedemaschinen aller Art können zum Gesenkschmieden eingerichtet werden.

Das schon bei der Stabeisen-Fabrikation erwähnte Schweißen beruht auf der Eigenschaft schmiedbaren Eisens, sich in starker Hitze durch Druck verbinden zu lassen. Die Vorbedingungen zur Vereinigung zweier Eisenstücke durch Schweißen sind im Allgemeinen: reine, oxyd- und schlackenfreie Oberfläche, genügende Erhitzung und rasches Bearbeiten. Je nach dem Gehalte an fremden Beimengungen ist die

Neigung des Eisens zu schweißen sehr verschieden, und die Ansichten darüber, welche chemische Constitution für eine möglichst vollkommene Schweißung am zuträglichsten sei, sind vorläufig noch sehr getheilt und Gegenstand der lebhaftesten Discussion in Fachkreisen. Eine neuere Definition sagt: »Eisen und Stahl schweißt gut, wenn das Vermögen, teigig zu werden, welche Eigenthümlichkeit zur Schweißbarkeit erforderlich ist, in einem niederen Hitzegrad liege, als derjenige, in dem es verbrennt. Dieselben Beimengungen, welche der Schweißbarkeit im Allgemeinen entgegenstehen: Silicium, Phosphor, Mangan, Kupfer oder auch Kohlenstoff, sind auch die Ursachen, warum Eisen oder Stahl in höherer oder niederer Temperatur verbrennt. Befördert wird der Proceß jedenfalls durch angemessene Gestaltung und genügende Größe der aufeinander zu schweißenden Flächen und durch die sogenannten Schweißmittel, welche namentlich beim Schweißen von Stahl auf Stahl und Stahl auf Eisen eine große Rolle spielen. Zur Erreichung reiner Oberflächen wird Sand aufgestreut (sablonner); derselbe bildet mit den Oxydbildungen der Eisenflächen leichtflüssige Schlacken, welche beim Herausnehmen aus dem Feuer leicht mit dem Hammer oder einem anderen Werkzeug abgestreift werden können. Die Mittel zur Erhitzung des Eisens wurden schon früher beim Schmieden besprochen, doch erfordert die Kenntniß des Schweißhitzegrades große Erfahrung, da derselbe für die verschiedenen Sorten des Eisens bedeutend abweicht. Stahl schweißt schwerer als Eisen, Gußstahl besonders schwierig, und manche Gußstahlsorten schweißen überhaupt gar nicht. Kohlenstoffarmes Eisen schweißt leichter als hartes, starkgekohltes. Trotzdem schweißt Stahl bei niederer Temperatur als Eisen und sehniges Eisen verlangt im Allgemeinen die höchste Hitze zum Schweißen. Stahl ist ganz besonders vorsichtig zu

behandeln, weil er durch zu starkes Erhitzen an Güte verliert. So zweckmäßig es auch erscheint, die zu schweißenden Theile rasch einem starken Druck auszusetzen, so ist doch heute noch das Schweißen durch Stoß, durch Hammerschläge die Regel und Schweißen durch Druck die Ausnahme. Die ersten Hammerschläge sollen nicht zu stark, aber sehr rasch angebracht werden, bis eine Vereinigung der Flächen stattgefunden und das Eisen bei der fortschreitenden Abkühlung genügend an Festigkeit und Cohäsion gewonnen hat, um starke Schläge vertragen zu können, ohne auseinander zu gehen. Bezüglich der Form zweier durch Schweißen zu verbindender Gegenstände, Anschweißen, Aufschweißen (shuting together), ist es rathsam, denselben eine solche Gestalt zu geben, daß sie sich in nicht zu kleiner Fläche berühren, daß die berührenden Flächen convex gehalten werden, daß die Hammerschläge in einer möglichst senkrechten Richtung zur Schweißfuge angebracht werden und von der Mitte ausgehen, um der Schlacke Gelegenheit zu geben, nach allen Seiten aus der Fuge heraustreten zu können.

Als Schweißmittel dient wohl Schweißsand, Glas- oder Sandsteinpulver, zwischen die Fuge gestreut, ein Brei von Boraxpulver und Sand, den man vorher auf die kalten Fugen streicht und mit trockenem Boraxpulver nachher bestreut. In Schwerspathpulver vollständig umwenden, zusammenschweißen, neuerlich erhitzen und fertig schmieden, soll zum Stahlschweißen besonders zu empfehlen sein. Aus der Unzahl von Schweißmitteln zum Schweißen von Stahl auf Eisen, theils ganz widersinniger Zusammensetzung, bei der aber stets Borax, Kochsalz und Blutlaugensalz hervorragende Rollen spielen, erwähnen wir ein Gemenge von 35·6 Th. Borsäure, 30·1 Th. Kochsalz, 26·7 Th. Blutlaugensalz und 7·6 Th. Colophonium; für Stahl auf Stahl werden

empfohlen 41·5 Th. Borsäure, 35 Th. Kochsalz, 15·5 Th. Blutlaugensalz und 8 Th. Soda.

Beim Zusammenschweißen von Eisen und Stahl ist es zweckmäßig, die Theile getrennt auf die geeignetste Temperatur zu erhitzen. Dagegen legt man zu verbindende Eisentheile oder Stahlgegenstände unter sich, oft schon vor dem Erhitzen so zusammen, wie sie geschweißt werden sollen, und verbindet sie auch wohl noch durch Draht (Paquetiren). — Zwei Gegenstände stumpf zusammenzuschweißen ist sehr schwierig und in manchen Fällen unausführbar, besser geräth die Vereinigung, wenn man beide Theile schräg zuschärft und mit den schrägen Flächen aufeinander legt, oder das eine Stück von beiden Seiten zuschärft, das andere aufspaltet und in diese Spalte das erste zugeschärfte Stück hineinlegt. Die letzte Methode wird namentlich bei der Anfertigung von Werkzeugen aller Art zum Verstählen (Vorstählen, Anstählen — steeling — acérer, aciérer), d. h. dem Einschweißen eines Stahlkörpers in das Schmiedeeisenstück, wie die Schneide eines Beils, die Spitze eines Bohrers 2c. Bei den im Winkel zusammenzuschweißenden schmiedeeisernen Achshaltern der Eisenbahnfahrzeuge wird in das Hauptstück ein Spalt oder Loch gemacht, in dieses das Seitenstück eingesteckt und beide durch Schweißen vereinigt. Bei schmiedeeisernen Eisenbahnrädern kommt es vor, daß zusammenzuschweißende Theile vorher schwalbenschwanzförmig zusammengesetzt werden.

Das Aufschweißen von Bahnen auf Ambosse und Hammereinsätze, sowie sonstiger großer Stahlflächen auf Eisen geschieht wohl durch Aufgießen von flüssigem Stahl auf eine sorgfältig gereinigte Fläche des zur Weißgluth erhitzten Schmiedeeisenkörpers. — Die Vereinigung der zu schweißenden Körper durch Druck geschieht oft in Pressen, namentlich

hydraulischen Pressen, mit bis zu 400 Atmosphären Spannung, dann durch Schweißmaschinen, wie man neuerlich die Blechränder bei der Dampfkessel-Fabrikation zusammenschweißt, statt sie durch Nieten zu verbinden; auch Walzvorrichtungen zum Zusammenschweißen von Kesseln sind kürzlich patentirt worden. — Das Zusammenschweißen von Röhren wurde schon früher erwähnt.

Als bester Beweis für eine gut gelungene Schweißung gilt es, wenn man möglichst wenig von derselben sieht, doch ist eine Schweißstelle (shut — soudure) mehr oder weniger durch eine schwarze Linie gekennzeichnet, welche von eingeschlossener Schlacke herrührt, und Schweißstellen zwischen Eisen und Stahl verrathen sich sofort durch die verschiedene Farbe. — Nach neueren Versuchen von Stambke ist die absolute Festigkeit in guten Schweißstellen um circa 17·1 Procent geringer, als die des Eisens an und für sich; weit erheblicher leidet aber die Zähigkeit des Materials. — Ueber das Zusammenschweißen von Eisen und Stahl mit Nickel sprachen wir schon an anderer Stelle.

Als eine der wichtigsten Arbeiten des Schmieds ist das Härten anzusehen; dasselbe erfordert eine außerordentliche Gewandtheit und Uebung, um in vollkommener Weise ausgeführt zu werden. Wie schon oben erwähnt, ist die Härtefähigkeit eine der wichtigsten Eigenschaften des Stahls und ermöglicht seine Anwendung für die mannigfaltigsten Zwecke in der Praxis. Die verschiedenen Stahlsorten erfordern aber zur Erzielung der besten Härte ganz ungleiche Hitzegrade bei sonst völlig gleicher Behandlung; für Gußstahl genügt im Allgemeinen eine geringere Temperatur, wie für Schweißstahl. Braunrothe Glühhitze genügt nur für die kohlenstoffreichsten Sorten, alle anderen Sorten bleiben so weich, wie sie waren, und verlangen Kirschrothgluth. Hellroth-Glühhitze genügt

auch für die kohlenstoffärmsten Sorten, und giebt bessere Resultate wie Weißgluth, welche außerdem leicht ein Verbrennen herbeiführt. Das Erhitzen des Stahls vor dem Härten erfolgt je nach dem späteren Gebrauchszweck, nach den Dimensionen, Formen und der Anzahl gleichzeitig zu erhitzender Gegenstände auf verschiedene Weise, meist aber im Holzkohlenfeuer auf einem Schmiedeherd. Das Arbeitsstück muß von allen Seiten mit Kohlen umgeben und auf's sorgfältigste von der Luft abgeschlossen sein; bei dieser innigen Berührung äußert der Schwefel und Aschegehalt der Steinkohlen eine sehr ungünstige Wirkung und macht die letzteren für feinere Stahlwaaren ganz unanwendbar. Kleine Gegenstände hängt man, der gleichförmigen Erwärmung halber, an einen Draht und umgiebt sie so mit Kohlen, daß sie nirgends mit denselben in Berührung kommen; die kleinsten erhitzt man wohl in der Weingeistflamme, nöthigenfalls mit Hilfe des Löthrohrs, oder auch in einer gewöhnlichen Kerzenflamme, wobei man dann gleich im Talg der Kerze ablöscht. Rasirmessern und anderen subtilen Sachen ertheilt man durch Erhitzen in geschmolzenem Blei, in Kochsalz, calcinirter Soda, Chlorzink u. dergl. eine sehr gleichmäßige Wärme.

Zum Ablöschen taugt jedes schmutzfreie Wasser von 10—25°, zweckmäßig ist, wenn viel gehärtet wird, eine Vorrichtung mit klarem, fließendem Wasser; durch Hin- und Herrühren mit dem zu härtenden Gegenstand, bis das Zischen und Brausen aufhört, wird die Abkühlung in zweckmäßiger Weise beschleunigt. Stahlwaaren, welche keiner besonders hohen Härte bedürfen, härtet man wohl in Talg oder Oel, und bei sehr kleinen Sachen genügt oft ein Anblasen oder Hin- und Herschwenken in der Luft. Die Strahlhärtung erfolgt durch einen kalten Wasserstrahl aus einem höherstehenden Behälter auf den dicht untergehaltenen Gegenstand.

Kochendes Wasser härtet ebensowenig, wie kaltes Seifenwasser, verdünnte Lauge oder Weingeist. Dextrin- und Gummilösungen, sowie heißes Oel härten nur wenig, auch kaltes Fett aller Art weniger wie Wasser. Man schwächt daher für manche Zwecke die erste Abkühlung durch eine Talg- oder Oelschicht auf dem Härtewasser ab. Von den sonstigen, zahlreich angepriesenen Zusätzen zum Härtewasser haben allenfalls solche einigen Zweck, welche, wie Salmiak, Potasche, Schwefelsäure ꝛc., die Wärmeleitungsfähigkeit erhöhen oder das Abstehen und Faulwerden verhindern. — Zum Vorhärten hellroth glühender Spitzen und Schneiden von Werkzeugen wird ein Teig empfohlen von 1 Th. Blutlaugensalz, 1 Th. Weinsteinsalz, 2 Th. weicher grüner Seife und 2 Th. geschmolzenem Schweineschmalz; nach kurzem Verweilen wird in Wasser fertig abgelöscht.

Dicke Stahlstücke härten sich nur oberflächlich, weshalb sich die Bahn von Ambossen, Schlagstöcken ꝛc. schon nach kurzem Gebrauche vertieft; um die Härtung auch auf das Innere solcher Gegenstände auszudehnen, wendet man durchgehende Löcher an. — Theilweise Härtung läßt sich durch Bekleiden der weich zu erhaltenden Stellen mit Lehm erreichen, welcher sowohl gegen das Erhitzen als auch gegen die Berührung mit dem Wasser schützt. — Weichkernstahl wird vielfach zu Gewindeschneidwerkzeug benützt, um der sehr harten und spröden Außenschicht in dem zähen, inneren Kern eine Stütze gegen das Ausbrechen der Ecken und Kanten zu verleihen. Man empfiehlt zur Darstellung desselben ein Vorhärten durch Bestreichen des rothwarmen Stahls mit einem Teig aus 20 Th. grüner Seife, 10 Th. Ochsenklauen, 10 Th. Chinarinde oder Gerberlohe, je 5 Th. Kochsalz und Blutlaugensalz und schließlich 3 Th. Salpeter; zur Nachhärtung in Wasser muß der Hitzegrad genau ab-

gepaßt werden. — Stahlsachen von ungleichem Querschnitt werden zur Erzielung gleichmäßiger Härte mit den dünnen Theilen zuerst eingetaucht, um denselben nicht Zeit zu lassen, sich vorher abzukühlen; doch entstehen dabei leicht Sprünge (Härterisse, Borsten — cracks — criques, crevasses, gerçures) oder es springen einzelne Stücke ab, oft erst längere Zeit nach der Härtung. Kommt es daher nur auf das Hartwerden der dünnen Theile an, während die stärkeren Partien weich bleiben dürfen (Rasirmesser, Säbelklingen 2c.), so taucht man dieselben sehr langsam mit dem dickeren Theile, dem Rücken, zuerst ein, so daß dieser Zeit hat, abzukühlen und sich zusammenzuziehen. — Aehnliche Ursachen (ungleiche Erhitzung, ungleiche Textur, ungeschicktes Eintauchen 2c.) haben außer dem Reißen (cracking, clinking) auch oft Krümmungen zur Folge (Werfen, Ziehen, Verziehen — distorting — voiler, déjeter), zu deren Vermeidung die Erfahrung verschiedene Mittel an die Hand giebt. So soll man lange stabförmige Stücke beim Eintauchen vertical halten, flache, dünne Gegenstände, wie z. B. Sägeblätter, mit der Kante, nicht flach eintauchen; doch ist immer schwer, das Verziehen ganz zu vermeiden. — Halb aus Eisen, halb aus Stahl bestehende Sachen werden auf der Stahlseite convex auf der Eisenseite concav, weil sich Eisen mehr zusammenzieht als Stahl. Durch Ueberhämmern auf der concaven Seite und Strecken des Eisens nach dem Anlassen, bei zarten Gegenständen, selbst wenn sie ganz aus Stahl bestehen, auch durch Hin- und Herziehen der concaven Seite auf einem heißen Eisenstück und nachherigem raschen Abkühlen läßt sich diesen Fehlern abhelfen. Auch hilft man sich in Fällen, wo die Richtung der Krümmung vorherzusehen ist, z. B. bei halbrunden Feilen 2c., dadurch, daß man den Gegenstand nach der entgegengesetzten Seite

gekrümmt anfertigt. Kaltes Ueberhämmern, häufiges Durchwalzen vor dem Härten schützt durch Verdichtung der Oberfläche einigermaßen vor dem Reißen.

In vielen Fällen ist der vollkommene Abschluß der Luft beim Erhitzen auch deshalb von Wichtigkeit, weil durch die Bildung von Glühspan feine Hervorragungen, wie der Feilenhieb, Gravirungen ꝛc., beschädigt werden würden. Als Schutzmittel empfiehlt sich: Ein in der Wärme aufgetragener und getrockneter Ueberzug von Roggenmehl und Kochsalzlösung oder auch von weicher Seife; rasches Herumfahren mit dem glühenden Stück in gestoßenem Kochsalz vor dem Ablöschen; Härtung durch *Einsetzen* in Kohlenpulver oder einem Gemenge von 10 Theilen ausgeglühter Holzkohle, 5 Leder- oder Knochenkohle und 1 Glanzruß in einem, mit Lehm verstrichenen Blechbehälter.

Für den Grad der beim Anlassen verbleibenden Härte hat man einen ausgezeichneten, allerdings für jede Stahlsorte erst auszumittelnden Anhalt in den *Anlauffarben* (tempering colours — couleurs de recuit), welche nach und nach in Folge einer schwachen, fortschreitenden Oxydation beim Erwärmen auf der Oberfläche in bestimmter Reihenfolge erscheinen: *Blaß-* oder *Hafergelb*, *Strohgelb*, *Goldgelb*, *Dunkelgelb*, *Morgenroth*, *Purpurroth*, *Violett*, *Dunkelblau*, *Hellblau*, *Meergrün*, *Schwarzblau* und *Hellgrau* bis *Weiß*. Bei weiterem Erhitzen erscheinen die Farben in der gleichen Reihenfolge aber nur auf einen Augenblick wieder und kurz darauf geräth der Stahl in's Glühen und ist ganz weich. Je nach dem Härtegrade, welchen der Stahl erhalten soll, muß bei einer bestimmten Farbe der ersten Reihenfolge das Glühen unterbrochen und der Stahl rasch abgelöscht werden. Die den gelben Farben entsprechenden größten Härtegrade

läßt man den chirurgischen Instrumenten, Federmessern, Werkzeugen zur Bearbeitung von Eisen und Metallen ꝛc. Federhärte hat der Stahl von mittleren Anlauffarben; derselbe läßt sich, namentlich bei mäßigem Kohlenstoffgehalt, schon bearbeiten und besitzt ausgezeichnete Elasticität und Biegsamkeit. Um größere Oberflächen gleichmäßig anzulassen, was sehr schwierig ist und nur bei besten Stahlsorten gelingt, legt man dieselben auf geschmolzenes Metall, auf glühendes Kohlengestübbe oder bringt sie in helle Flammen; durch Streichen über weißglühendes Eisen oder über gewöhnlichem Kohlenfeuer ist es noch schwerer zu treffen. Bestimmte Metall-Legirungen (für Dunkelblau reines Blei, für Violett 9 Theile desselben mit 2 Zinn, Purpurroth 3 Blei mit 1 Zinn, Dunkelgelb 9 Blei und 4 Zinn und Strohgelb 2 Blei und 1 Zinn) werden wohl in kleinen Stückchen auf den Stahl gelegt und letzterer bis zum Schmelzen derselben erhitzt. Besser ist es, den Stahl auf die Legirung in einer von unten geheizten Pfanne zu legen, ihn so lange liegen zu lassen, bis das Metall oberflächlich schmilzt, und dann, um das Nachlaufen, das Erscheinen der nächsten Anlauffarbe zu verhindern, sofort in Wasser abzulöschen, respective ihn etwas früher fortzunehmen, ehe die gewünschte Farbe sich zeigt. Fleckigwerden beim Anlassen deutet auf ungleiche innere Beschaffenheit oder auf ungleiche Erhitzung hin. Zum Erwärmen kleiner Gegenstände nimmt man statt des Metallbades wohl eine Eisenplatte oder erhitzt eine größere Anzahl gleichzeitig in einer rotirenden Eisenblechtrommel.

Zum Hartmachen von Stahldraht, Federn, Bandsägeblättern ꝛc. bedient man sich besonderer Zugvorrichtungen, durch welche dieselben von einem Haspel ab- und auf einen zweiten aufgewickelt werden. Inzwischen werden sie in directem Feuer oder zwischen weißglühenden Platten erhitzt, in einem

Wasser- oder Oelbehälter oder zwischen gekühlten Platten gehärtet und in einem letzten Plattenpaar auf die zum Nachlassen erforderliche Temperatur erwärmt und durch scharfes Anpressen derselben etwaige beim Härten entstandene Krümmungen ausgerichtet. Das Härten und Anlassen durch eine einzige Operation ersetzend, taucht man auch wohl rothglühende Sägeblätter u. dergl., je nach den gewünschten Härtegraden in geschmolzenes Blei, Zinn oder eine Composition beider. Auch bei stärkeren Stücken, welche nur theilweise gehärtet werden, oder nur vorgestählt sind, Aexte, Beile ꝛc., erspart man die Hitze für das Nachlassen, indem man sie zum Härten nur theilweise in das Wasser taucht. Die Erwärmung zum Nachlassen geht dann von dem heiß gebliebenen Hauptkörper aus und wird beim Erscheinen der gewünschten Anlauffarbe zum zweiten Male und jetzt vollständig in Wasser abgelöscht.

Dunkelviolette Anlauffarbe erzielt man wohl auch durch Abbrennen (blazing off — flamber), indem man das vom Härten anhaftende oder auch extra aufgestrichene Oel oder Talg durch Erhitzen zum Brennen bringt. Bei Gegenständen, welche nur theilweise gehärtet werden sollen, kommt man zum Ziele, indem man nur die weich zu machenden Theile (an Meißeln, Punzen ꝛc. das mit dem Hammer zutreffende Ende, an Feilen, Sensen, Sägeblättern u. dergl., die Angeln erhitzt oder auch — wie bei kleinen Metallbohrern — den hart zu lassenden Theil mit einem nassen kalten Körper einhüllt, ihn in eine Rübe oder Kartoffel steckt u. s. w.

Das Einsatzhärten wird, wie wir schon oben sahen, angewandt, um kleine Gegenstände aus Schmiedeeisen oberflächlich in Stahl zu verwandeln.

Man bettet die Stücke mit gepulverter Pflanzen- oder Thierkohle in Eisenblechbüchsen, umkleidet diese mit Lehm-

brei, erhitzt langsam bis zur Rothgluth und erhält dieselbe einige Stunden. Wirft man die glühenden Stücke in kaltes Wasser, so nehmen sie an der Oberfläche Stahlhärte an (Einsatz- oder Oberflächen-Härtung — case hardening — trempe en coquille, t. en paquet). Ein Zusatz von Cyankalium oder Blutlaugensalz beschleunigt den Vorgang und man kann sogar durch Bestreuen glühender Eisenstücke mit diesen Salzen oder durch Eintauchen in dieselben, in flüssiges Roheisen, in Gußeisenfeilspäne, ja selbst durch Reiben mit kohlenstoffreichem grauen Gußeisen eine dünne Stahlhaut hervorrufen, die für manche Zwecke genügt. — Gleitstücke, Kreuzköpfe und andere Maschinentheile erlangen durch den Einsatzproceß größere Haltbarkeit, Walzen ꝛc. entgehen der Gefahr des Springens beim Härten und für Stahlschmuck und sonstige Artikel wird durch eine solche Behandlung die Polirfähigkeit in wünschenswerther Weise erhöht. Theilweise Härtung erzielt man durch Einbetten der weich zu erhaltenden Theile in Sand; so z. B. steckt man Stahlstiften, welche polirte und facettirte Köpfe, aber weiche, kalt vernietbare Stifte erhalten sollen, mit den letzteren in Sand, bestreut die vorstehenden Köpfe mit Cementirpulver, glüht, wie vorher beschrieben, in Blechbüchsen und löscht den Inhalt derselben in kaltem Wasser ab. — Für große Gegenstände werden eigene Oefen angewandt, z. B. für Eisenbahnradreifen solche mit ringförmigen Cementirkästen. Solche Reifen werden auf einer Seite in eine Thonschichte, auf der anderen in Kohlenpulver gelegt und wandelt sich dann nur auf letzterer Seite das Schmiedeeisen oberflächlich in Stahl um.

IX.

Kalte mechanische Verarbeitung des Eisens.

Von den Methoden, Eisenwaaren durch Benützung der Dehnbarkeit des Metalls herzustellen, ist hier, als im Vorstehenden noch nicht behandelt, das Treiben zu erwähnen. Dasselbe besteht in der Applicirung kräftiger Hammerschläge auf Bleche, deren jeder eine Beule bildet; reiht man solche Beulen von der Mitte eines Bleches ausgehend concentrisch nach allen Seiten (Auftiefen — chase — emboutir), so entsteht eine schaalenförmige Vertiefung; zieht man, meist unter Zuhilfenahme entsprechender Matrizen, den Rand eines flachen Bleches ringsum in die Höhe, so wird die Arbeit als Aufziehen (raise — relever) bezeichnet. Wird schließlich der Rand eines cylindrischen oder anders geformten Gefäßes noch außen durch Hammerschläge umgebogen (Ausschweifen), so entsteht eine vasenförmige Erweiterung. Auf eine verwandte Arbeit — das Drücken — kommen wir beim Drehen zurück.

Unter den Methoden, Eisen und Stahl durch Zertheilen zu verarbeiten, kann die einfachste das Abbrechen seiner Natur nach nur beschränkte Anwendung finden, z. B. zum Brechen von Rohschienen zur Paquetirung, von alten Eisenbahnschienen und Trägern für Bauzwecke ꝛc.; gegenüber dem Schneiden, welches ein Abtrennen durch Einschieben fremder Körpertheile, der Schneidwerkzeuge (cutting tool, edge t. — outil tranchant), bewirkt, kann es gar nicht in Betracht kommen. Die wirksamen Theile der letzteren,

die Schneiden (edge — taillant), sind in der Regel von Stahl und keilförmiger Gestalt. Hierbei bilden die Keilflächen den Zuschärfungswinkel, nicht zu verwechseln mit dem Schneidwinkel, welcher durch das Werkzeug im Ganzen und durch die zu bearbeitende Fläche eingeschlossen wird.

Bei den Scheeren (shears — cisailles, cisoirs) sind zwei Meißel, respective Messer mit langen Schneiden (Blätter, Backen — blades — tranchants, lames, machoires), durch Scharniere und Führungen so miteinander verbunden, daß die Schneiden auf entgegengesetzten Seiten des Arbeitsstückes zum Angriff kommen und nach gänzlicher Theilung desselben übereinander streifen. Der Winkel, den die Schneiden im Punkte des Zusammentreffens miteinander bilden, der Scheerenwinkel, ist am zweckmäßigsten 10 bis 12°. — Je nachdem sich ein oder beide Scheerenschenkel um ein gemeinschaftliches Scharnier drehen oder geradlinige Bewegungen in entgegengesetzter Richtung machen oder endlich sich um zwei besondere, bestimmte Distanz von einander einhaltende Achsen, aber in entgegengesetzter Richtung drehen, unterscheidet man Hebelscheeren, Parallelscheeren und Kreisscheeren.

Nach ersterem Princip sind stets die kleineren mit der Hand zu führenden Scheeren (Handscheeren — handshears, snips — cisailles à main) construirt, deren Schnittlänge (cut) von 25—100 Mm. variirt und circa 20—25 Procent der ganzen Länge der Scheere ausmacht. Bei solchen Scheeren sollte stets der eine Schenkel mit dem Bolzen fest verbunden sein, während sich der Andere frei um denselben drehen kann. Zur Erlangung eines reinen Schnittes ist es ferner wesentlich, die beiden Scheerenblätter etwas hohl zu schleifen, und zwar so, daß sich beim Gebrauche die beiden Schneiden auf der ganzen Schnittlänge scharf aneinander legen. — Um bequem krumme Schnitte

ausführen zu können, biegt man die Scheerenblätter schnabelartig aus der Mitte auf, und um ferner ein Verbiegen des geschnittenen Bleches zu vermeiden, legt man das Scharnier wohl herauf oder herunter gegen die Schnittebene. Für stärkeres Eisen legt man den oberen Schenkel fest und giebt dem unteren über das gemeinschaftliche Scharnier hinaus eine bedeutende, den Effect wesentlich verstärkende Länge, oder man legt den unteren Schenkel fest und das Scharnier ganz nach vorne, so daß der bewegliche Oberschenkel einen einarmigen Hebel von bedeutender Länge bildet. Bei einer solchen Stock- oder Bockscheere (Bench shears — cisaille à banc, à levier) ist der Griff des festliegenden Scheerenblatts nach abwärts gebogen und spitz in einen Holzblock festgeschlagen oder mit einem passenden Ansatz in einen Schraubstock eingespannt; bei schweren Scheeren aber tritt ein Untersatz aus Gußeisen an seine Stelle. In diesem Falle und überhaupt bei allen größeren Scheeren werden nur die eigentlichen Schneidbacken aus Stahl hergestellt und mit versenkten Schrauben an den Schneidhebeln oder Untersätzen befestigt. Stockscheeren haben Schneiden bis zu 350 Mm. und dementsprechend Handhebel bis zu 1500—1750 für einarmige, 1800—2000 Mm. für zweiarmige Anordnung. Um noch größere Kraftäußerungen zu erzielen, wendet man häufig Scheeren mit mehr oder minder complicirten Hebelübersetzungen an; bei diesen, sowie bei noch größeren Scheeren, die durch Wasser- oder Dampfkraft betrieben werden, legt man stets das untere Scheerblatt fest und macht den Zuschärfungswinkel nur wenig kleiner als einen rechten (75—85°). Seltener schleift man die beiden Blätter ungleich scharf, das Unterblatt mit 80°, das obere mit 50—55°. — Zur leichteren oder auch ganz selbstthätigen Oeffnung der einarmigen Stockscheeren hat man wohl den

beweglichen Hebel über den Drehpunkt hinaus verlängert und mit einem Gegengewicht versehen.

Um an den Rohschienenscheeren ohne Schwierigkeiten Stücke von gleicher Länge herstellen zu können, wie sie beim Paquetiren gebraucht werden, bringt man in der Ebene des Schnittes ein verstellbares Blech (Anschlag) an, gegen das die Rohschiene stößt. In gleicher Weise begrenzt man auf dem Scheerentisch von Blechscheeren eine Fläche durch zwei verstellbare, einen rechten Winkel einschließende Lineale und kann mit deren Hilfe Blechtafeln von genau gleichen Dimensionen bequem herstellen.

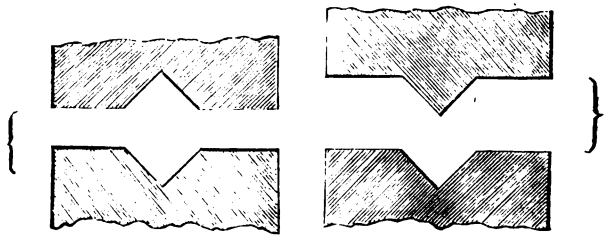
Die ihrer einfachen Construction halber noch immer mit großer Vorliebe in Walzwerken verwendeten Maulscheeren (cisaille à queue) werden meist direct von der Walzenzug-Maschine aus vermittelst des in horizontaler Richtung liegenden Hebelarmes getrieben, oft steht der letztere aber auch im rechten Winkel nach unten gegen das bewegliche Blatt (Winkelhebel-Scheere).

Zur Erzielung eines immer gleichen Scheerenwinkels macht man die Schneide des einen Blattes angemessen convex, während die des anderen, gewöhnlich des unteren, gerade bleibt.

Den gleichen Zweck erreicht man durch Anwendung von Parallelscheeren (guillotine shears — cisaille à guillotine). Das untere, in der Regel gleichzeitig das unbewegliche Scheermesser hat stets eine horizontale Schneide, dagegen hat die obere Schneidkante, je nach der Länge und dem Zweck der Scheere eine Neigung von 4—12°. In Folge dessen beginnt das Schneiden an einem Endpunkte und schreitet gleichmäßig gegen den anderen vor. Der Hub soll in der Regel nicht über 100 Mm. betragen, wogegen die Länge der Schneiden von 150—2500 Mm. gemacht wird.

Ein Beispiel aus der Praxis: Horizontale Schneidlänge 750, Hub 80, größte zu schneidende Blechstärke 40, Scheerenwinkel 10°, Zuschärfungswinkel der Schneiden 85, Stärke derselben 35, Ausladung, d. h. Horizontalabstand der Blätter vom Gestell, also größter erreichbarer Abstand einer Schnittfläche vom Rande des Arbeitsstückes 750, Zahl der Schnitte pro Minute 7, mittlere Geschwindigkeit des bewegten Blattes 17 Mm. per Secunde, Arbeitsverbrauch beim Leergang 0·80 Pferdestärken, im Arbeitsgange 7·5, Gewicht der ganzen Scheere 15.000 Kgr. — Zum Schneiden von Stabeisen aller Art wendet man, um das Verbiegen im Schnitte nach

Fig. 64. Fig. 65.



Möglichkeit zu vermeiden, façonnirte Scheerenblätter an. Dieselben haben beispielsweise für Quadrateisen die in Figur 64 gezeichnete Form, für Winkeleisen die in Figur 65 abgebildete.

Die Kreisscheeren (rotary shears, circular sh. — cisaille circulaire, cylindrique) haben neben dem constanten Schneidwinkel noch den Vortheil, continuirlich zu wirken und gestatten sowohl lange gerade als auch runde Schnitte. Durch Rechnung hat man aber gefunden, daß der Durchmesser der Scheerenblätter, um den Schneidwinkel nicht übermäßig zu vergrößern, 50—60 mal so groß sein muß, wie die Stärke der zu schneidenden Bleche und die Praxis hat ergeben, daß

die größten noch praktisch verwendbaren Schneidscheiben 200 Mm. Diameter haben und daß mit diesen höchstens 3 Mm. starke Bleche geschnitten werden können. Bei dieser Maximalleistung finden 40—50 Umgänge per Minute statt und beträgt so die Geschwindigkeit, mit welcher ein Blech durch die Scheere geführt werden kann, 500 Mm. per Secunde; dieselbe wächst bei schwächeren Blechen bis zu 780 Mm. Runde Schnitte erzeugt man in der Regel durch eine Hilfsvorrichtung, mit der die Scheiben, in der Mitte festgehalten, durch Drehen dem Schnitt der Scheere stets im richtigen Abstande zugeführt werden können. Doch hat man auch die Anordnung getroffen, daß das Arbeitsstück fest liegt und die Scheere um den Mittelpunkt desselben rotirt.

Zum Schneiden elliptischer Scheiben hat man wohl Ovalwerke angebracht und bei größeren Scheeren dieser Art legt man die Wellen meist parallel und versieht sie mit mehreren durch Zwischenlagen getrennten Scheiben; sie dienen dann zum Schneiden von Blechstreifen und bilden wieder einen Uebergang zu den früher beschriebenen Schneidwerken.

Um eine größere Anzahl Drähte auf einmal durchzuschneiden, wendet man Scheeren an, deren schlanke Scheiben (Zuschärfung 45—50°) sehr wenig übereinander hinaustreten, oder Drahtabstutzer, welche entweder in der oberen und in der unteren Schneide einen halbkreisförmigen mit dem halben Umfange des zu schneidenden Drahtes oder Rundstabes übereinstimmenden Ausschnitt haben oder nur in der Unterschneide einen solchen, im oberen Scheerblatt dagegen ein vollbegrenztes Loch zum Durchstecken des Drahtes besitzen. Dieses Instrument kann Löcher für verschiedene Durchmesser haben, und sobald das Loch genau zur Dicke des Drahtes paßt, ihn also rundum berührt und einschließt, wird der Draht

nicht platt oder schief gedrückt werden können. Auch für stärkere Eisen hat man die Einrichtung getroffen, statt der Löcher Einschnitte auf dem Umkreise zweier aufeinanderliegender und um gemeinschaftliche Achse drehbarer Scheiben anzubringen, wobei das Ganze in Gestalt einer Zange ausgeführt wird, wenn die zu zerschneidenden Gegenstände dünn sind. Zum Abschneiden der Stehbolzen an Locomotiv-Feuerbüchsen sind Stehbolzen-Abschneider, besondere scheerenartige Werkzeuge ähnlicher Art in Gebrauch gekommen.

Da selbst bei den oben erwähnten Vorrichtungen ein Verdrücken und Deformiren des Profils der Stäbe, namentlich der Façonstäbe von Eisen und Stahl nicht ganz zu vermeiden ist, bedient man sich zum Durchtrennen solcher Stücke der Sägen (saw — scie), und zwar läßt man dieselben vorzugsweise auf Eisen in glühendem Zustande wirken und ordnet sie der Construction nach als Kreissägen (circular saw — scierie à lame circulaire, scie circulaire) an. Beim Abschneiden (aroser) der gewalzten, noch glühenden Eisenbahnschienen bedient man sich vorzugsweise der Doppelsägen mit festen Drehungsachsen, deren Abstand unter Berücksichtigung des Schwindens genau der abzutrennenden Länge entspricht; die Schiene wird hierbei den gleichzeitig schneidenden Sägen zugeführt. Für Façoneisen, welche seltener auf ein bestimmtes fixes Maß als auf die ganze fehlerfreie Länge abgeschnitten werden, bedient man sich mehr der balancirenden oder schwingenden Sägen, bei denen die Sägeachse in einem pendelartig bewegbaren Rahmen dem festliegenden Eisenstabe entgegengeführt wird. — Man giebt den Blättern dieser Sägen 750—1500 Mm. Durchmesser, und läßt sie aus einem Stück oder aus sechs — circa 3 Mm. starken — Stahl-Segmenten bestehen, welche auf eine guß-

eiserne Scheibe geschraubt werden. Der groben Verzahnung giebt man 9—20 Mm. Tiefe und 12—32 Mm. Zahntheilung. Das Durchschneiden auch der größten Eisenstäbe erfolgt bei 800—2000 Touren per Minute in 10—20 Secunden. Die Angaben über den Kraftbedarf variiren von 2—12 Pferdestärken. — Um die Arbeiter vor Verletzungen und gegen die umherstiebenden Funken zu schützen, legt man ein Gehäuse um die festen Sägeblätter. Von anderen Verwendungen der Kreissägen erwähnen wir des Verfahrens, Kesselblechtafeln auf vier Seiten gleichzeitig mit vier Sägen zu beschneiden. Aber auch in Schmiedewerkstätten haben Kreissägen mancherlei Anwendung gefunden. — Gerade Sägen von besonders hartem Stahl werden zum Durchtrennen von Eisen zuweilen angewendet, und zwar zunächst Bogensägen (scie à arc), das sind solche, deren Blätter in einen Bogen, ein eisernes Gestell gespannt werden. Die Sägeblätter nimmt man in der Regel lang und schmal (im Mittel 300×16 Mm.) und die Zähne klein. Da die letzteren nicht geschränkt werden können, macht man, um Klemmungen im Sägeschnitt und Reibungen zu vermeiden, das Sägeblatt nach dem Rücken zu dünner. Zweckmäßig macht man das Blatt an der gezahnten Seite etwas säbelartig krumm, da die mittleren Zähne am meisten gebraucht und nachgefeilt werden und die Schneide daher allmählich in die gerade Form übergeht, aber länger brauchbar bleibt.

Ein anderes sägenartiges Instrument, die Sägenfeile, hat ein breiteres auf beiden Seiten verzahntes Blatt und feine, mit dem Meißel ausgehauene Zähne; es wird vielfach zum Abtrennen von Blechtafeln 2c. gebraucht. Laubsägen finden bei Eisen seltener Anwendung, mehr schon die Streichsägen, Schraubenkopfsägen (screwhead saw), um die Spalte in Schraubenköpfen und andere schmale, nicht zu tiefe

Einschnitte zu machen. Bei denselben ist ein 50—100 Mm. langes, 6—15 Mm. breites Sägeblatt am Rücken, seiner ganzen Länge nach, in einem Falze von Messingblech oder zwischen gleich breiten eisernen Scheiben mit Schrauben derart eingeklemmt, daß gerade so viel von der Breite herausragt, als der Einschnitt tief werden soll.

Bei den Lochwerkzeugen und Lochmaschinen handelt es sich weniger um das Zertheilen eines Eisenstückes als um das Hervorbringen von Löchern durch Herausschlagen entsprechender Putzen. Durchschläge zum Lochen glühender Eisenstücke lernten wir schon beim Schmieden kennen; die für kaltes Metall angewandten, nennt man zum Unterschied wohl Bankdurchschläge. Der Gebrauch derselben weicht kaum von den beim Schmieden üblichen ab, ist aber sehr vielseitig und für Löcher von den mannigfaltigsten Querschnittsformen. Die eigentlichen Durchschläge sind stählerne, oder verstählte Stäbchen von 70—120 Mm. Länge, am unteren verjüngten Ende gehärtet und flach abgeschliffen. Die Kanten dieser Fläche durchschneiden das auf der Lochscheibe (perçoire) oder seltener auf einer nachgiebigen Unterlage von Zinn- und Bleilegirung (plateau) liegende Eisenblech, wenn man mit dem Hammer auf das obere dicke Ende schlägt. Die Oeffnung der Lochscheibe darf nur um ein Geringes größer sein als die Endfläche des Durchschlags, um dem Verbiegen der Lochränder vorzubeugen; nach unten erweitert sich das Loch, um den Putzen leicht durchfallen zu lassen. Um bei vielen, in einer Reihe liegenden Löchern den Durchschlag richtig über der Oeffnung der Lochscheibe ansetzen zu können, bedient man sich gerne einer Geradführung.

Handelt es sich darum, hartes Stahlblech, z. B. Sägeblätter, ohne Erzeugung von Rissen zu lochen, so trägt man

wohl an der zu lochenden Stelle Aetzgrund auf, schabt darin den Raum des Loches aus und vertieft nun circa $^1/_2$ Mm. durch Aetzen mit Salpetersäure; hierauf locht man auf der Lochscheibe mit einem raschen und starken Hammerschlag. — Aehnliche Werkzeuge gebrauchen die Klempner, um aus dünnem Blech runde Scheibchen zu schlagen oder runde Löcher zu bilden. Dieselben heißen Hauer, Aushauer (emporte-pièce creux) und unterscheiden sich durch eine vertiefte Form der Schneidfläche, welche dann nur eine kreisförmige, scharf zugeschliffene Meißelkante bildet. Der spitzige Durchschlag (pointeau) erzeugt ganz kleine Löcher durch bloßes Durchstechen, ohne einen entsprechenden Körpertheil auszudrücken, und bildet einen Grat, den man nach Bedarf mit der Feile wegnehmen muß; lange, schmale Schlitze in Schloßriegel und anderes dünneres Eisen macht der Schlosser mit dem Sternkeil, dessen Schneide breit und dünn und zuweilen gezackt ist. Zur Verfertigung von Reibeisen, bei denen die Erzielung eines stehenbleibenden, hohen, möglichst in 3—4 Theile gerissenen Grats wesentlich ist, bedient man sich der sogenannten Stemmahlen, spitziger Durchschläge mit drei- oder vierkantigem Querschnitt.

Wie der Schmied beim Warmlochen, verwendet der Schlosser zur Vergrößerung und besseren Ausbildung der Löcher Dorne von verschiedenen Querschnitten, häufig mit schraubenförmigen Furchen, deren scharfe Ränder die Erweiterung des Loches durch Abnehmen kleiner Späne begünstigen.

Für schwerere Arbeiten ersetzt man den Schlag des Hammers durch maschinelle Hebelwirkungen und erhält das Werkzeug dann den Namen Lochmaschine (Durchschnitt Durchstoß — punching machine, cutting press — coupoir, découpoir, poinçonneur, machine à percer, découper, poinçonner, déboucher). Man könnte wieder

unterscheiden zwischen transportablen Lochmaschinen und großen feststehenden Vorrichtungen, oft in directer Verbindung mit eigener Dampfmaschine und dann meist mit Scheere combinirt. Die Wirkung ist der der Parallelscheeren ähnlich und könnte man die Lochmaschine als eine Scheere mit in sich selbst zurücklaufendem Schnitt bezeichnen. Zweck der Arbeit ist fast ebenso oft die Gewinnung von Scheiben als die Durchtrennung von Löchern, aber ihre Hauptanwendung findet sie in Kesselschmieden zum Lochen der Bleche für Dampfkessel, Reservoire, Kühlschiffe, Brückenconstructionen 2c. Bei größeren Lochmaschinen erfolgt die Kraftübertragung in derselben Weise wie bei Maschinenscheeren; neueren Datums ist die Verwendung einer hydraulischen Presse sehr compendiöser Anordnung für Handlochmaschinen.

Das Ausschneiden großer Löcher in schweren Eisenplatten hat man wohl mit der Lochmaschine bewirkt, durch Ausstoßen einer großen Anzahl kleiner Löcher in der vorgeschriebenen Umfangslinie und so ineinander übergehend und eingreifend, daß eine fortlaufende und zum Ausgang zurückkehrende Schnittcurve sich bildet. Die Stempel, welche man zur Erleichterung der Arbeit häufig mit Oel oder Seifenwasser benetzt, bestehen stets aus bestem Stahl und werden bei vierkantigem, rundem oder sonst von einfachem Querschnitt gehärtet, für Façons aber weich gelassen. Die untere Fläche des Stempels wird eben geschliffen, etwas ausgehöhlt, um leichter zu schneiden, oder auch ganz entgegengesetzt mit einer kurzen konischen Spitze versehen, um leichter die richtige Mitte treffen zu können. Zur Herstellung von sogenanntem perforirten Blech wendet man eine entsprechende Anzahl Stempel zu einem Druckstück vereinigt an und eine mit ebenso vielen Löchern versehene Unterlage. Die Fabri-

kation solcher Bleche hat in den letzten Jahren eine ganz bedeutende Ausdehnung angenommen.

Zum Anfertigen sechseckiger Schraubenmuttern aus Stangen, deren Dicke gleich der Höhe der Mutter ist, stößt man zunächst sechseckige Putzen aus und in diese dann durch einen runden inneren Stempel die Löcher zur Aufnahme der Gewinde. Die früher verbreitete und sogar wissenschaftlich deducirte Ansicht, daß es praktisch unausführbar sei, in kaltes Eisenblech Löcher zu stoßen, deren Durchmesser kleiner sei als die Blechdicke, ist neuerdings, eben bei der Schraubenmuttern-Fabrikation durch die Praxis widerlegt worden.

Zum Abtrennen von Eisenstücken, zum Erzielen von Einschnitten aller Art, zum Aushauen von Oeffnungen in denselben dienen vor Allem auch die Meißel (chisel — ciseau), von denen wir die beim Schmieden gebrauchten Schrotmeißel schon auf Seite 172 kennen lernten. Die Kaltmeißel (Bankmeißel — chisel for cold metal, cold chisel — ciseau à froid) braucht man zum Abnehmen der Gießköpfe, der Gußnäthe und harter Gußhaut überhaupt, um die Gußstücke der Bearbeitung mit der Feile zugänglich zu machen. Ueberhaupt fällt dem Meißel oft die Vorarbeit für die Feile zu, das Schroten (chipping — buriner). Die Meißel, meist ganz aus Stahl bestehend, sind circa 80 bis 220 Mm. lang, mit angeschliffener, gehärteter und gelb, roth oder auch blau angelassener und je nach dem Zwecke verschieden gestalteter Schneide (edge — taillant) und weichem Hintertheil versehen. Die zu bearbeitenden Gegenstände werden meist in den Schraubstock eingespannt und mit schräg aufgesetztem Meißel behauen. Beim Durchhauen von Blech auf einer Bleiunterlage, beim Abhauen von Eisenstangen und dickem Draht setzt man den Meißel senkrecht auf.

Zum Abtrennen dünner Drähte und zum Wegnehmen kleiner Theile von dünnem Blech bedient man ſich der Kneifzangen (Beißzangen, Zwickzangen — nippers, cutting nippers, cutting plyers — pinces, pince coupante, tenailles à couper), die man als Verbindung zweier Meißel anſehen kann. Der Draht muß dabei winkelrecht gegen die Schneiden gehalten werden, um ein Ausbrechen der letzteren zu vermeiden. Auch befeſtigt man den einen Schenkel wohl gleich dem der Stockſcheeren und bringt zum Abtrennen vieler gleich langer Stücke einen Anſchlag innerhalb der Schneiden an. Bei ſolchen größeren Zangen ſchärft man die Schneiden von beiden Seiten zu und giebt ihnen einen nicht zu ſpitzen Winkel, 60—80°, damit ſie Feſtigkeit behalten, während bei kleineren Zangen die Schneidewinkel 40—50° betragen. Auch werden die Schneiden größerer Zangen oft zum Auswechſeln eingerichtet, wie bei den Scheeren, und für manche Zwecke ſitzen ſie ſeitwärts (side nippers).

Zum Bearbeiten großer Eiſenflächen iſt die Meißelführung aus freier Hand zu unſicher und zu zeitraubend; man bedarf geeigneter Vorrichtungen, welche den Meißel zwingen, ſich unabänderlich in der vorgeſchriebenen Bahn über die Arbeitsfläche zu bewegen und dabei Späne fort zu nehmen, eine Arbeit, die man das Hobeln (planing — raboter) nennt. Der Meißel oder das Hobeleiſen iſt entweder ein Zahneiſen (toothed plane iron) mit einer Reihe kleiner Zähne ſtatt der Schneiden, oder ein Schlichteiſen (smoothing plane iron) mit geradliniger Schneide. Indeſſen dürfte ein eigentlicher Hobel oder Handhobel beim Bearbeiten von Eiſenflächen nur ſelten Verwendung finden, deſto mehr aber die Hobelmaſchinen (planing machine — raboteuse, machine à raboter), bei denen meiſt die hin- und hergehende Hauptbewegung durch das Arbeitsſtück aus-

geführt wird, während die Bewegung des je nach Erforderniß spitzigen, abgerundeten oder façonnirten Meißels sich auf eine seitliche Verstellung beschränkt, durch welche jedesmal der nächste Schnitt neben dem vorhergehenden fällt und so durch eine ununterbrochene Reihenfolge paralleler Schnitte eine eben bearbeite Fläche entsteht. Der Stahl steht in der Regel senkrecht über einer horizontalen gußeißernen Tafel (bed, table — plateau, table), auf welcher das Arbeitsstück derartig befestig ist, daß es mit derselben und in deren Längsrichtung sich unter dem Meißel hin und her bewegt. Die Umsteuerung der Tafel an den Endpunkten ihrer Bahn und die seitliche Verstellung des Meißels besorgt die Hobelbank selbstthätig, während die richtige Anstellung des Meißels, seine Hebung und Senkung durch den Arbeiter erfolgt. Bei den meisten Maschinen nimmt der Meißel nur bei einer, der Vorwärts- oder Hinbewegung einen Span von 1—2, seltener bis zu 10 Mm. Dicke; doch hat man Hobelmaschinen construirt, welche auch beim Rückgang einen Schnitt ausführen, entweder durch denselben Meißel wie beim Vorgang oder auch durch einen besonderen; in letzterem Falle liefert der eine die gröbere, die Schrotarbeit (dégrossir, décroûter), während der andere nachschlichtet (smooth). Zur Befestigung des Arbeitsstückes auf der Platte oder dem Aufspanntisch ist der letztere mit schlitzförmigen Durchbrechungen oder Längsfurchen versehen. In den Schlitzen sind Schrauben verschiebbar, welche oben mit Haken über das Arbeitsstück greifen und unter der Platte mit Muttern festgestellt werden können. Die schwalbenschwanz- oder T-förmigen Längsfurchen dienen dagegen zur Aufnahme der Köpfe von Schraubenbolzen, welche den Gegenstand durch übergelegte Querschienen festhalten. Beide Methoden haben den Fehler, daß die Oberfläche des Arbeitsstückes zum

Theil für die Bearbeitung mit dem Meißel unzugänglich ist, und führt man daher auch wohl in den Furchen kleine Ständerchen, welche horizontale Querschrauben tragen, mit denen man das Arbeitsstück seitlich feststellen kann. Die Meißelschneiden haben einen Zuschärfungswinkel von 60—75° und für den leeren Rückgang ertheilt man der Tafel eine beschleunigte Bewegung, während der Meißel derart in einer kippbaren Klappe des Supports steckt, daß er beim Rückgang nur auf der zu bearbeitenden Fläche schleift, oder sich von derselben abhebt. Zum Hobeln convex gekrümmter Flächen ist eine Vorrichtung angewandt worden, bei der man das Arbeitsstück um seine Achse drehen kann; die Querbewegung des Meißels fällt in diesem Falle ganz aus. Bringt man noch eine Theilscheibe an, so kann man das Arbeitsstück auf verschiedenen, unter beliebigen Winkeln gegen einander geneigten Flächen dadurch bearbeiten, daß man dasselbe in den entsprechenden Lagen fixirt (drei-, vier- und sechsseitige Prismen ꝛc.); hierbei findet natürlich für jede Fläche das vorbeschriebene seitliche Fortschreiten des Meißels statt.

Zum Ausarbeiten der dreieckigen Längsfurchen auf den Riffelwalzen bedient man sich kleiner Hobelbänke mit festem, spitzem Zahn, unter welchem die auf einem Schlitten mit Theilscheibe angebrachte Walze der Länge nach hin- und herbewegt wird. Nach jedem Schnitte dreht sich die Walze so viel um ihre Achse, daß die zweite Furche im entsprechenden Abstande von der ersten eingeschnitten wird. Bei Arbeitsstücken, welche großer Dimensionen und bedeutenden Gewichtes halber nur schwer zu bewegen sind, verschiebt sich ein ständerartiger Supportträger in Führungen auf einem Bette, und der Support selbst wird ruckweise verstellt; die seitliche Verschiebung entfällt. Statt ganz kleiner, rasch

arbeitender Maschinen bedient man sich der Feil- oder besser Shapingmaschinen (shaping, shaving or filing machine — limeuse, machine à limer), bei welchen der Meißel die hin- und hergehende Bewegung ausführt, während unter ihm das Arbeitsstück entweder in der Quere geradlinig durchgeführt, oder um seine Achse gedreht wird (Rundhobelmaschine). Zum Einspannen der Arbeitsstücke bringt man vor der Shapingmaschine meist einen Schraubstock an (étau limeur, limeur), der seine Bewegung durch eine Führungsschraube erhält.

Zur Anfertigung von Nuthen in Radachsen und zum Bearbeiten von verticalen Flächen überhaupt bedient man sich der Verticalmaschinen (raboteuse verticale), auch Stoßmaschinen (Bestoß-, Nuthstoßmaschinen — slotting machine, paring engine, grooving, Key grooving engine — machine à buriner, à mortaiser, mortaiseuse) genannt, deren vertical geführter Meißel beim Niedergange einen Span aus der mit ihm parallelen Arbeitsfläche stößt, beim Aufgange aber leer geht, während das Arbeitsstück die verstellende, geradlinige oder drehende Bewegung ausführt. — Zum Ebnen oder Glätten gerader Flächen bedient man sich auch viel der Fräsen (cutter, fraise) und Fräsmaschinen (cutting, willing machine — machine à fraiser, à shéper). Erstere sind stählerne, massive oder hohle Werkzeuge mit entsprechenden Einkerbungen auf der Oberfläche, welche in drehende Bewegung gesetzt, in ähnlicher Weise von einem Arbeitsstück Späne lostrennen, wie dies eine Reihe dicht und rasch aufeinanderfolgender Hobeleisen thun würde. — Zur Hervorbringung von Einschnitten bedient man sich der Schneidräder, scheibenförmiger Fräsen, welche auf der Randfläche gekerbt und so dünn sind wie kleine Kreissägen. Andere Fräsen mit Scheiben von 80—220 Mm. Durchmesser und 25—50 Mm. Dicke dienen zur Bearbeitung der

Seitenflächen von vier-, sechs- und achtseitigen Schraubenmuttern (Muttern-Fräsmaschinen — polygon machine, nut shaping machine — machine à dresser, à tailler les écrous). Diese Fräsen sind sowohl auf den Stirn- als auf den Seitenflächen gekerbt, oft aus einzelnen Schneidstücken oder Meißeln zusammengesetzt. Mit Einrichtung zum Fortschreiten der Fräse während ihrer Drehung, versieht man die zum Bearbeiten langer Werkstücke bestimmten Fräsen, doch läßt man auch wohl das Arbeitsstück unter der bearbeitenden Fräse hindurchgehen. Ebene Flächen von bedeutender Größe erhalten eine mehr schabende Bearbeitung durch die Kreisfeilmaschinen, eine Scheibe, aus welcher 32 radiale Schneidscheiben nur wenig hervorragen. — Auch bei der Appretur von Eisenbahnschienen finden Fräsen häufig Verwendung zur genauen Adjustirung der Länge und zum Einschneiden der Enden behufs der Laschenverbindung. — Seltener findet man dieselben zur Herstellung von Löchern verwendet, da sich die gebildeten Späne nicht gut fortschaffen lassen. Bei massenhafter Anfertigung von Façon-Fräsearbeiten bedient man sich wohl besonders construirter Profilmaschinen.

Von den bisher erwähnten Methoden zur Hervorbringung von Löchern unterscheidet sich das Bohren (drill, bore — percer, forer) dadurch, daß dabei das Fortnehmen des Metalls nicht in einem Stücke, sondern in zahlreichen kleinen Spänen, Bohrspänen (borings — copeaux), erfolgt, und durch eine drehende Bewegung des betreffenden Werkzeuges, des Bohrers (drill, borer, foret). Dieses besteht entweder ganz aus Stahl oder hat an dem einen Ende eine Bohrspitze (bit, boring bit — mèche) aus diesem Material, gehärtet und gelb, seltener orange ꝛc. angelassen. Die Spitze bildet sich durch zwei, im Winkel von 80—120° zusammen-

treffende flache Schneiden (mèche à langue d'aspic), doch ſind auch ſolche mit bogenförmiger Schneide ſehr beliebt, weil ſie weniger leicht ausbrechen (mèche à langue de carpe).

Als Hilfsarbeit beim Bohren kann man das Ankörnen (amorcer) betrachten, d. h. das Anzeichnen der Mitte des zu bohrenden Loches durch Einſchlagen des Körners (center punch pointeau, amorçoir), einer kegelförmigen Stahlſpitze, und das Bohren ſelbſt wird namentlich erleichtert durch das Benetzen der Bohrſpitze mit Waſſer, Seifenwaſſer oder am beſten, aber auch theurer, mit Oel. Es wird hierdurch das läſtige Anhängen der Späne an die Schneide des Bohrers verhindert und dieſelbe gleichzeitig kühl und dadurch länger hart und ſcharf erhalten. Zum Bohren von federhartem Stahl und Hartgußeiſen eignet ſich am beſten Petroleum u. dergl. Weiches Gußeiſen aber bohrt man zweckmäßig ohne allen Zuſatz.

Bohrſpitzen für kleine Löcher arbeiten mit ſchwachem Druck, aber ſehr bedeutender Geſchwindigkeit und abwechſelnder Drehung nach rechts oder nach links herum; ſie erhalten dabei zwei Schneidkanten in einem Winkel von 45 bis 60° (zweiſchneidige Bohrer — double cutting oder double chamfered drill). Größere Bohrer drehen ſich langſam, immer in derſelben Richtung und erhalten nur eine einſeitige Zuſchärfung (einſchneidige Bohrer — single cutting oder chamfered drill); für ganz große Löcher endlich läßt man oft die Schneidkanten in eine Linie fallen, rechtwinkelig zur Bohrachſe, ſchleift aber dann zur beſſeren Führung inmitten der Schneide eine kurze, pyramidale Spitze an (Centrumbohrer — center bit — mèche à mouche, m. à tétine, à pointe de diamant). Entſchieden am beſten iſt die Form der Spiralbohrer (twisted drill — foret

en spirale), welche besonders günstige Schneidewinkel haben, in der äußerlich cylindrischen Form des Schaftes eine ausgezeichnete Führung besitzen und in deren Spiralgängen sich die gebildeten Rohrspäne selbstthätig nach aufwärts schieben.

Zur Hervorbringung der abwechselnden Bewegung für zweischneidige Bohrer dienen Drehbögen mit Drehrollen (Rollenbohrer — drill with ferrule — foret à l'archet), oder mit steilen oder archimedischen Schrauben (archimedian drill — foret à vis d'Archimède), welche beide für kleinere Löcher, mit der linken Hand gehalten, für größere dagegen mittelst eines vor die Brust gesetzten Brust- oder Bohrbrettes (breast plate — palette, conscience), oder durch Einspannen in besondere Bügel gegen das Arbeitsstück angedrückt werden. — Zur continuirlichen Drehung nach einer Seite hin, dienen Bohrvorrichtungen mit verzahnten Rädern (drill brace) die Brustleiern (hand brace — vilebrequin) und vor Allem die verschiedenen Arten von Bohrkurbeln, welche entweder gegen die Brust gestemmt oder in Bügel eingespannt werden können. Seltener ändert man für kleinere Löcher die oben erwähnten Vorrichtungen für abwechselnde Drehung durch Uebersetzungen in solche für einseitige Bewegung um.

Unter den Hebelbohrern (lever drill) für große Löcher sind die Bohrknarren (Bohrratschen — ratched drill, rock drill — raquette perceuse, touret à rochet), welche man auf sehr verschiedene Weise anordnet und neuerdings auch so einrichtet, daß der Bohrer auch beim Zurückdrehen des Hebels angreift aber immer nur durch Drehung in demselben Sinne. Für ganz schwere Arbeiten, besonders zum Ausbohren und Vergrößern schon vorhandener Löcher steckt man den Bohrer in ein Windeisen (wrench — tourne à gauche), zum Cylinderausbohren sogar wohl

in ein großes hölzernes Kreuz, an welchem vier Arbeiter drehen können. — Um Löcher am unteren Ende etwas weiter zu bohren als am oberen, was z. B. zu dem Zwecke sehr wünschenswerth ist, daß der Gewindebohrer frei schneide, bohrt man mit einem gewöhnlichen Spitzbohrer das Loch bis zur Tiefe des engeren Theils und führt dann einen zweiten Spitzbohrer ein, welcher ursprünglich den verlangten größeren Durchmesser hatte, aber einseitig bis auf die Weite des vorgeschnittenen Loches abgeschliffen ist. Der zuerst centrisch stehende Bohrer stellt sich nach einigen Umdrehungen auf die Mitte des Loches und bohrt dasselbe in der größeren Weite vollständig aus.

Das Bohren auf der Drehbank erfolgt entweder in der Weise, daß man, namentlich wenn nur ein Loch in dem Arbeitsstück erzeugt werden soll, letzteres rund laufen läßt und gegen den feststehenden Bohrer andrückt oder, und besonders wenn ein Arbeitsstück mehrere Löcher erhalten soll, dieses festlegt und den Bohrer rotiren und gegen das Arbeitsstück avanciren läßt. Hierbei, sowie auch bei den eigentlichen Bohrmaschinen hat man für Specialzwecke eine große Reihe von Abänderungen und Hilfsvorrichtungen getroffen.

Die Lochbohrmaschinen (drilling machine) arbeiten fast nur noch vollkommen selbstthätig, und zwar hat in der Regel der Bohrer sowohl die drehende Bewegung als auch das allmähliche Vorrücken zu besorgen, während das Arbeitsstück in einen, zur Bohrmaschine gehörenden Parallelschraubstock gespannt oder auf dem Bohrtisch befestigt ist; doch trifft man bei leichteren Bohrmaschinen auch oft die Anordnung, daß der Arbeiter den Bohrtisch sammt aufliegendem Arbeitsstück durch einen Trethebel hebt und gegen den rotirenden Bohrer führt. Zur genauen Fixirung

parallele Zahnstange eingreift; an den besseren Bänken sind beide Einrichtungen angebracht und dann bedient man sich der Leitspindel für die feineren, exacteren Arbeiten. Lange Gegenstände werden in der Regel in der Mitte oder an 2—3 Stellen zwischen den Drehbankspitzen nochmals unterstützt, um das Ausweichen zu verhindern. — Erfolgt die seitliche Verschiebung des Drehstahls unter einem beliebigen Winkel gegen die Drehachse, wie Figur 68 zeigt, so entsteht ein kegelförmiger Gegenstand (konisch drehen), und beschreibt

Fig. 67.

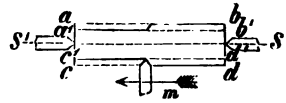


Fig. 68.

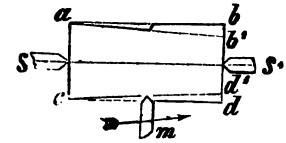
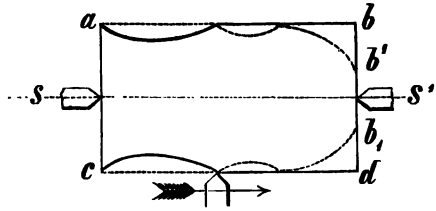


Fig. 69.



endlich — als letzter Fall des Runddrehens — die Meißelspitze auf ihrer Bahn eine krumme Linie, so entsteht ein Körper, welcher, wie z. B. in Figur 69 dargestellt, zwar an allen Stellen kreisförmige Querschnitte, aber dabei von sehr verschiedenem Durchmesser hat. — Durch besondere Vorrichtungen, sogenannte Ovalwerke, kann man die Achse des Arbeitsstückes zwingen, sich in einer cylindrischen Bahn um die Drechachse zu bewegen, und entsteht dann ein Arbeitsstück mit ovalen Querschnitten.

Die eigentliche Dreharbeit ist Sache praktischer Erfahrung und variirt so sehr nach den herzustellenden

Arbeiten, daß sich nur schwer allgemein giltige Regeln aufstellen lassen; ebenso ist die vortheilhafteste Geschwindigkeit sehr verschieden angegeben. — Ununterbrochenes Schmieren oder Auftröpfelnlassen von Wasser oder Seifenwasser verhindert die Erhitzung von Werkzeug und Arbeitsstück und befördert die Arbeit, so wie oben beim Bohren angegeben. — Die Uebertragung der Bewegung von der allgemeinen Transmissionswelle der Werkstatt auf die Drehspindel erfolgt durch Riemen- oder Stufenkonus, um nach Bedarf einen rascheren oder langsameren Gang hervorrufen zu können. Die Leitspindel erhält wieder ihre Bewegung von der Drehspindel aus, durch die sogenannten Wechselräder, welche, in verschiedenen Verhältnissen der Zähnezahl zu einander passend, es erlauben, die Umdrehungszahl des Arbeitsstückes per Zeiteinheit und das seitliche Verschieben des Drehmeißels sehr mannigfaltig gegen einander zu variiren. Zur raschen Auffindung der für einen bestimmten Zweck anzuwendenden Wechselräder bedient man sich auch eines Indicators, dessen Construction auf dem Princip des logarithmischen Rechenschiebers beruht.

Das Kugeldrehen erfolgt entweder auf die Weise, daß man in das Arbeitsstück eine Furche genau von dem Kugeldurchmesser dreht, es dann, um 90° gedreht, wieder einspannt, nun an der vorstehenden Hälfte genau nach der Furche als Lehre alles Ueberflüssige fortdreht und schließlich mit der zweiten Hälfte nach bezüglichem Umspannen auf dieselbe Weise verfährt; bequemer erreicht man dies Abdrehen nach einem Normalkreis mit Hilfe eines Kugelsupports (revolving slide rest — chariot circulaire).

Beim Drücken (burnishing — repousser) spannt man dünne Bleche über ein Modell (Form — chuck — emprunt) von Metall oder hartem Holz auf die Drehbank,

läßt dasſelbe rotiren und preßt die Bleche mit Druckſtählen, welche verſchieden geformte, blankpolirte Köpfe oder ſtatt deren kleine Rollen beſitzen, den Vertiefungen und Erhabenheiten des Modells an. Die Druckſtähle ſitzen in hölzernen Heften und werden nur bei kleineren Arbeiten aus freier Hand geführt, während man ſie bei ſtärkeren Blechen unter dem Arme feſthält, an der Schulter abſtützt oder auch in den Support einſpannt. Die Oberfläche wird dabei mit Seifenwaſſer oder Fett eingeſchmiert. Beim Drücken einer Hohlform (Austiefen) wird zuerſt das Blech in der Mitte angedrückt und von da aus in concentriſchen Kreiſen an die Formwandungen angelegt. Beim Aufziehen oder Umlegen eines Randes über eine convexe Form wendet man zur Vermeidung von Unebenheiten meiſt zwei diametral gegenüberſtehende Druckſtähle an.

Zum Drehen façonnirter Gegenſtände, dem ſogenannten Paſſigdrehen (turning embossed — tourner en relief), bedient man ſich beſonderer Vorrichtungen, vermöge deren der Spindelſtock mit dem betreffenden Arbeitsſtück um eine unter der Drehachſe und mit dieſer parallel liegende Achſe in einem regulirbaren Winkel regelmäßig hin- und herſchwankt. Eine gewellte Planfläche läßt ſich erzielen durch eine hin- und herſchwankende Bewegung in der Richtung der Drehungsachſe der Spindel. Zum Herſtellen façonnirter Stäbe hat Sconcias eine beſondere Drehbank erfunden, doch erreicht Weiße dasſelbe durch eine einfache Aufſpannvorrichtnng auf einer gewöhnlichen Drehbank.

Die meiſten Formen, welche mit den vorbeſchriebenen Mitteln hervorgerufen werden, bedürfen einer Nacharbeit mit der Feile (files, limes), und für viele andere iſt es zu umſtändlich, ſie einer verhältnißmäßig unbedeutenden Bearbeitung willen, auf die Hobelbank, Drehbank ꝛc. zu

bringen; man erledigt dann die betreffende Arbeit rascher durch Feilen. Die Wirkung der Feilen, welche aus einem mit vielen regelmäßigen parallelen Einschnitten versehenen und gehärteten Stahlstück bestehen, beruht in einem Fortnehmen von feinen Spänen (Feilspänen — filings — limaille) von der Oberfläche des eisernen Gegenstandes, über welchen sie die Hand des Arbeiters mit einem mehr oder weniger bedeutenden Druck hinweg führt. Die Tiefe der Oberflächen-Einschnitte und ihre Anzahl, der Hieb der Feilen (cut, taille) richtet sich nach der Art ihrer Verwendung; ebenso mehr oder weniger die Form der Feile im Ganzen. Die meisten Feilen werden nach zwei sich durchkreuzenden Richtungen (zweihiebig — double cut) mit dem Meißel eingehauen und nennt man die zuerst angebrachten Einschnitte den Grundhieb oder Musterhieb (first course — première taille). Dieselben laufen von oben rechts nach unten links schräg, während der zweite Kreuz- oder Oberhieb (second course — seconde taille) entgegengesetzt gerichtet ist und noch dadurch unterschieden werden kann, daß sich eine Messerschneide durch seine Einschnitte viel leichter führen läßt als durch die unteren.

Beim Hauen einer Feile — stets im ungehärteten Zustande — wird der scharfe und harte Meißel unter einem spitzen Winkel, circa 86 für groben und 78° für feinsten Hieb, nach dem Vorderende der Feile überhängend aufgesetzt und durch einen Hammerschlag bis auf die erforderliche Tiefe eingetrieben. Die so erzeugten aufgeworfenen Kanten fallen nach der Feilenspitze zu steil ab, während sie auf der anderen Seite allmählich verlaufen, und findet daher auch die Hauptwirkung der Feile beim Vorwärtsschieben statt. Der Unterhieb bildet in der Regel mit der Mittellinie der Feile einen Winkel von 52°, während der meist etwas enger gehaltene Oberhieb circa 70° von dieser Linie abweicht; hier-

durch wird erreicht, daß die einzelnen Zähnchen nicht in geraden und parallelen Linien hintereinander, ſondern regelmäßig zerſtreut liegen. Die Einſchnitte des *einfachen Hiebes* (float cut) liegen entweder rechtwinkelig oder in dem Winkel des Oberhiebes geneigt gegen die Mittellinie der Feile.

Nach dem hinteren Ende läuft die Feile in eine viereckige pyramidale Angel aus, zum Befeſtigen des hölzernen Heftes, an welchem die Feile beim Gebrauch mit der rechten Hand gehalten wird, während ſich die linke oben auf die Spitze der Feile legt und vorzugsweiſe den Druck ausübt beim Vorwärtsſchieben der Feile. Der Form nach ſind die meiſten Feilen in der Mitte etwas dicker als an den Enden, weil ſich bei ſolcher Form leichter eine ebene Fläche herſtellen läßt. Das gilt namentlich von den zuerſt, zum *Beſtoßen*, Schruppen gebrauchten Feilen, von denen man allmählich zu feineren und den feinſten (*Schlichtfeilen*) übergeht, welche dieſe mittlere Verdickung nicht haben. Verfeinern kann man den Feilſtrich noch durch Anwendung von Oel, welches mit den Feilſpänen eine Paſta bildet und durch theilweiſes Ausfüllen des Hiebes nur die äußerſten Spitzen zur Wirkung kommen läßt. — Der *Feilſtrich* einer glatt und eben gefeilten Fläche ſollte aus geraden, gleichmäßig ſtarken, für ſich und zur Längsrichtung des Gegenſtandes parallelen Linien beſtehen und die Fläche ſelbſt darf beim Auflegen eines Lineals keinerlei Unebenheiten zeigen und muß ſcharfe und gerade Kanten haben. Größere Gegenſtände werden beim Befeilen mit Schraub- oder Spannſtöcken feſtgehalten, kleinere in Feil- oder Stielkloben; auch legt man letztere wohl auf das *Feilholz* (filing block — bois à limer). Mit Spänen verſtopften groben Feilenhieb reinigt man durch Auskratzen mit ſpitzigen Werkzeugen, feine mit *Kratzbürſten* (scratch brush) aus dünnen Eiſen- und Meſſingdrähten,

nöthigenfalls unter Zuhilfenahme von Benzin. Ganz stumpf gewordene Feilen werden durch Aufhauen oder Aufbeizen wieder brauchbar gemacht.

Das Schleifen (grinding — émoudre) verfolgt denselben Zweck wie das Feilen und findet als wohlfeiler Ersatz für dasselbe immer mehr Eingang; bei gehärteten Stahlgegenständen greifen auch Schleifsteine besser an und arbeiten rascher als Feilen. Mit Schleifmaschinen verschiedener Construction hat man auch die Dreharbeit mit Vortheil zu ersetzen versucht. Dagegen ist die Anwendung des Schleifsteins wieder auf die Hervorbringung ebener Flächen, einfacher concaver Rundungen und cylindrischer Höhlungen beschränkt. — Das die Gesundheit der Arbeiter sehr gefährdende Trockenschleifen (dry grinding — émoulage à sec) wird trotz des rascheren Fortschrittes der Arbeit nur noch für solche Gegenstände angewandt, welche, wie Nähnadeln, nicht wohl einzeln abgetrocknet werden können und doch sehr durch den Rost leiden. Die entstehenden feinen Eisenspäne und Steintheilchen beseitigt man am besten durch Ansaugen mit kleinen, schnelllaufenden Ventilatoren. Beim Naßschleifen läuft entweder der Stein mit seiner unteren Hälfte im Wasser oder er wird von oben durch ein Gerinne naß erhalten; dasselbe bietet den Vortheil, den Stein nicht so rasch abzunützen, feinere und gleichförmigere Schleifrisse auf dem Arbeitsstück hervorzubringen und dasselbe weniger zu erhitzen, was namentlich beim Schleifen von gehärtetem Stahl wichtig ist. Kleine Schleifsteine werden meist von Hand, größere und Schleifmaschinen durch Elementarkraft getrieben, und zum Festhalten der zu schleifenden Gegenstände hat man häufig besondere Vorrichtungen, z. B. Spannbügel zum Schleifen von Messern für Maschinenscheeren. Beim Schleifen mit Schleifpulver (Schmirgeln

— roder) wird das Arbeitsstück in rotirende Bewegung gesetzt und das Schmirgelholz mit etwas Oel und Schmirgelpulver in ähnlicher Weise wie ein Druckstahl gegen die zu bearbeitende Fläche gedrückt. Zum Abschmirgeln von Wellen ꝛc. auf der Drehbank bedient man sich der Schmirgelkluppen, welche aus zwei, mit kreisförmigen Ausschnitten versehenen Schmirgelhölzern bestehen, an einer Seite durch ein Lederband oder Scharnier verbunden und auf der anderen in Griffe zum Zusammenpressen auslaufend. Zum Abscheuern von Rost bietet das Schmirgelpapier oder die Schmirgelleinwand Bequemlichkeit, auf welchen das Schmirgelpulver mit Leimwasser befestigt ist.

Das Poliren mit Polirpulver ist eigentlich nur eine vollkommenere Stufe des Schleifens und Schmirgelns, nur werden feinere und zartere Pulver (hauptsächlich Kalk und Polirroth) angewandt und meist mit Oel oder Spiritus angemacht. Das Poliren mit dem Polirstahl erzielt die höchste Glätte und Glanz durch Niederdrücken der feinen Unebenheiten der Oberfläche; die den Druckstählen ähnlichen Werkzeuge werden aus glashartem Stahl hergestellt und ihrerseits auf das Feinste polirt. Von sonstigen Methoden zur Bearbeitung durch Abtrennen von Theilchen findet das Schaben nur selten und bei feineren Maschinen auf Eisen und Stahl Anwendung. Gebräuchlicher ist das Guillochiren, welches in der Erzeugung von mehr oder weniger feinen Linien in regelmäßigen Mustern mit besonderen Vorrichtungen (Guillochirmaschinen) besteht. Das Graviren (engraving — graver) und Ciseliren endlich kommt einmal in Betracht als Nacharbeit bei gegossenen Arbeiten mit dem Grabstichel von Hand und dann beim Ausstechen von Inschriften, der Schriftstecherarbeit.

Dieselben Zwecke lassen sich auch auf chemischem Wege erreichen durch das Aetzen (etching — graver à l'eau fort). Zu diesem Ende versieht man die glatte Fläche mit Aetzgrund (varnish — vernis), einer dünnen Firnißdecke, schabt die zu vertiefende Zeichnung oder Inschrift in derselben aus und läßt dann das Aetzwasser (mordant — eau fort) einwirken, welches in der Hauptsache aus Quecksilbersublimat, Weinsteinsäure und Salpetersäure besteht, in mehr oder weniger Wasser gelöst.

Unter den Methoden, Eisen und Stahl durch Verbindung getrennter Theile zu verarbeiten, haben wir die wichtigste, das Schweißen, schon im VIII. Capitel betrachtet bei den Arbeiten des Schmieds. Das dem Schweißen verwandte Löthen (soldering — souder) kommt zur Verbindung von Eisen mit Eisen oder Stahl verhältnißmäßig selten zur Anwendung. Wichtiger ist das Löthen für die Verbindung von verzinktem und verzinntem Eisen.

Eisen auf Eisen löthet man am besten mit Kupfer- oder Messingblech, welches zwischen die zu vereinigenden Flächen gelegt wird. Zweckmäßig ist es, vor dem Erhitzen, welches bis zum Schmelzen des Lothes (solder — soudure) getrieben wird, die Löthstelle mit einem Lehmbrei durch Eintauchen zu überziehen. Beim Löthen eines Plätteisens, beim Einlöthen des Gewindes oder Kernes in eine Schraubstockhülse und andere hohle Gegenstände stopft man in die Höhlung kleine Kupfer- oder Messingstückchen, die durch Löschpapier an ihrem Platze erhalten werden, überzieht das Ganze mit einer mehrere Millimeter dicken Schicht von Lehm und Pferdemist, erhitzt es, bis sich als Zeichen der Schmelzung die Flamme grün färbt, und befördert dann die richtige Vertheilung des geschmolzenen Lothes durch Hin- und Herwenden des Gegenstandes. Um genau aufeinanderpassende

Enden gußeiserner Stangen zu verbinden, erhitzt man sie in einer Muffe, deren Fugen dicht mit Lehm verstrichen sind, bis die Enden schmelzen. Aehnlich erfolgt das sogenannte Schweißen des Gußeisens, doch ist dies eher dem Gießen als dem Löthen zuzuzählen.

Das Kitten (Zusammenkitten, Verkitten — cementing — cimenter, luter) kann als kaltes Löthen betrachtet werden und wird mehr zum Verdichten von Fugen, die schon auf andere Weise zusammengehalten werden, und zum Befestigen von Eisen auf anderen Materialien als zur Verbindung von Eisen und Stahl auf Eisen angewandt. So läßt man Eisentheile wohl zusammenrosten und befördert diesen Proceß durch Bestreichen mit Salzsäure, Kochsalz- und Salmiaklösung in Wasser, durch Ausschmieren mit Rostkitt aus Schwefel (1 Th.), Salmiak (2 Th.) und Feilspänen (20—30 Th.), etwas Schwefelsäure. Wasserleitungsröhren werden zusammengekittet mit 12 Th. Cement, 4 Th. Bleiweiß, 1 Th. Bleiglätte und $^1/_2$ Th. Colophonium und Leinöl. Kitte aus Colophonium oder Pech mit Ziegelmehl dienen zum Einkitten von Messern und Gabeln in ihre Hefte und sonst zur Verbindung von Eisen in Holz, Stein ꝛc. Eisen in Stein vergießt man auch mit Cementmörtel, Blei, Schwefel ꝛc. ꝛc. Zu einer anderen Reihe von Verbindungen, Zwangverbindung genannt, gehört das auf der Eigenschaft des Schwindens beim Erkalten beruhende Aufziehen warmer Radreifen, Bandagen auf den Radkörper, was aber in neuerer Zeit immer durch das kalte Aufpressen mit hydraulischen Pressen unter Aufwendung von bis zu 60.000 Kilo Druck ersetzt wird. — Warm aufgezogene Schrumpfringe finden beim Maschinenbau zum Festhalten zweitheiliger Unterringe in Nuthen ꝛc. vielfältige Verwendung. Das Einsprengen oder Einsetzen kalter

Eisen- und Stahlkörper in Höhlungen glühender Gegenstände beruht auf demselben Princip. Dampfhammerkolben befestigt man an den Kolbenstangen durch Aufschlitzen der rundgedrehten Schlußmutter und Zusammenpressen derselben durch einen erwärmten Ring von Stahl oder Eisen. — Als Beispiel der Befestigung von Eisen auf anderen Körpern mag hier das Aufziehen von Eisenreifen auf Holzfässer und gewöhnliche Wagenräder erwähnt sein. Auch das Verbinden gebrochener Maschinentheile durch Schrumpfbänder gehört hierher.

Fig. 70.

Fig. 71.

Das Falzen (folding — replier, agrafer) oder die Verbindung von Blecharbeiten durch Umbiegen und Uebereinanderlegen ihrer Ränder kann auf verschiedene Weise erfolgen. Biegt man die zu vereinigenden Ränder von A und B einfach um, hakt sie ineinander und hämmert sie zusammen, so entsteht der einfache Falz (Fig. 70), welchen man zur größeren Sicherheit oft noch zusammennietet und verlöthet. Biegt man die beiden so verbundenen Ränder

Fig. 72.

Fig. 73.

nochmals um, so entsteht der doppelte Falz; derselbe ist stehend, wenn die zweite beiden Rändern gemeinsame Umbiegung nur so weit erfolgt ist, daß der Falz rippenförmig aufrecht steht (Fig. 71), liegend, wenn die Umbiegung vollständig ist (Fig. 72). Außer diesen beiden Arten des doppelten Falzes, welcher sowohl eine dichtere Verbindung als auch größere Sicherheit gegen das Aushaken bietet, ist

noch der Falz mit übergeschobenem Streifen (Fig. 73) bei Dachdeckungen und Blechröhren gebräuchlich und durch klammerartiges Umfassen der im entgegengesetzten Sinne umgebogenen beiden Blechkanten A und B durch einen besonderen an beiden Seiten umgebogenen Blechstreifen C bewirkt. Das Aufbiegen der Bleche geschieht, wie früher erwähnt, mit dem Hammer über die Polirstockkante, auf dem Umschlageisen, bei größeren Längen über einer mit Eisen beschlagenen Falzbohle oder einer vierkantigen Eisenstange ꝛc. Bequemer und vortheilhafter ist die Benützung von Biegfalz- und Zudruckmaschinen verschiedener Constructionen. — Mit dem Falzen verwandte Verbindungsweisen sind das Verschlingen und Zusammenhaken mittelst Ringen und Oesen, welche man mit der Zange oder auf Specialmatrizen biegt, wie bei der Anfertigung mancher Ketten, das Zusammendrehen von Drahtenden mit der Zange und die Drahtseil-Fabrikation, das Umwickeln und Zusammenbinden zu vereinigender Theile mit Draht oder Bandeisen. Das Flechten des Drahtes zur Darstellung von Sieben und anderen Drahtarbeiten und schließlich das Weben des Drahtes liegen unserm Interessenkreise doch schon ferner.

Die letzte Serie von Verbindungen einzelner Eisentheile geschieht durch Vermittlung besonderer dritter Theile, wie Nieten, Schrauben und Keile. Das Nieten (Vernieten — rivetting — river) ermöglicht sowohl eine feste, unbewegliche Verbindung als auch eine solche, bei welcher sich das eine oder beide verbundene Stücke um den Niet (rivet — rivet) mehr oder weniger drehen lassen. Zum Einnieten eines eisernen Stabes in einen zweiten oder in eine Platte ist kein besonderer Niet erforderlich, man hat nur nöthig, an den einzunietenden Theil einen Zapfen an-

zufeilen, etwas länger, als die Stärke des zweiten Theiles beträgt, in letzteren auf eine der früher angeführten Weisen ein entsprechendes Loch herzustellen, in dieses den Zapfen einzulassen und den hervorragenden Theil desselben mit dem Hammer, bei kleinen Gegenständen unter Zuhilfenahme einer Nietpunze (rivetting punch — poinçon à river) mit abgeflachter Spitze breitzuschlagen. Soll der so gebildete die Trennung der beiden Theile verhindernde Kopf nicht vorstehen, so genügt es, das Loch entsprechend zu versenken, daß sich der anzustauchende Theil hineinlegt. Lassen sich an dem einzunietenden Theile keine Zapfen bilden, so kann man dieselben auch getrennt herstellen und durch Anlöthen oder Einsetzen befestigen. — Das Befestigen der Feuerrohre in den Wänden von Locomotiv- und Locomobilkesseln mittelst der Siederohrdichtmaschine könnte man ebenfalls als eine unmittelbare Vernietung von Eisentheilen ohne besonderen Niet ansehen.

In den meisten Fällen ist zur Herstellung einer Vernietung (rivure) ein besonderer Niet oder Nietbolzen erforderlich, welcher auf einer Seite schon einen halbkugelförmigen oder flachen Kopf hat, während der andere, nach dem Einführen in das an entsprechender Stelle durch beide zu verbindende Gegenstände gehende Loch auf die oben beschriebene Weise gebildet wird. — Die Anfertigung der Nieten geschieht von Hand oder auch durch besondere Maschinen und Vorrichtungen und bei stärkeren Nieten im glühenden Zustande. Beim Ausbilden des Kopfes von Hand, welches in einer Art Nagelform erfolgt, ist unter dieser ein Hebelwerk angebracht, mittelst dessen man den fertigen Niet sogleich oben herausstoßen kann. — Beim Einsetzen sehr schwacher Nieten verfährt man häufig auf die Weise, daß man ein Stück Draht ohne Kopf in das betreffende Loch

ſteckt und deſſen Enden derart abkneipt, daß gerade die erforderliche Länge an beiden Seiten vorragt. Legt man dann das eine Ende auf den Ambos oder auf eine andere ſtählerne Unterlage und ſchlägt auf das andere Ende mit dem Hammer, ſo plattet ſich der Niet an beiden Seiten ab und ſteht ſo feſt. Größere Nieten dagegen ſteckt man mit dem Kopf nach unten durch, legt den Kopf feſt in eine entſprechend ausgetiefte Nietpfanne oder drückt ihn mit dem Vorhalter oder der Vorhaltmaſchine, welche ebenfalls der Form des Kopfes entſprechend ausgehöhlt iſt, an und bildet den zweiten Kopf mit dem Hammer und einem Nietſtempel (rivetting set, bouterolle, chasse-rivet), einem 80—150 Mm. langen Werkzeug mit halbkugeliger, halblinſenförmiger oder kegelförmiger Vertiefung, je nach der Geſtalt, welche man dem Kopf zu geben beabſichtigt. Da die Löcher in beiden zu vereinigenden Gegenſtänden getrennt hergeſtellt werden, paſſen ſie trotz ſorgfältigen Abmeſſens oft nicht genau zuſammen, und richtet man dieſelben dann aus durch Einſchlagen eines Dornes. Hierauf werden die — über 7 Mm. Durchmeſſer ſtets glühend gemachten — Nieten in das Loch gebracht, mit dem Vorhalter unterſtützt und ein Nietenzieher, Anzug, zuweilen an der anderen Seite des Nietſtempels befindlich aufgeſetzt, deſſen Endfläche cylindriſch geſtaltet und mit einem Loch verſehen iſt, groß genug, um den hervorragenden Theil des Nietes aufzunehmen, ohne ihn irgendwie zu berühren. Durch Aufſchlagen auf das entgegengeſetzte Ende dieſes Anzugs bringt man die zu vernietenden Flächen rund um das Loch in Berührung und läßt den Niet ſelbſt mehr hervortreten. Durch das Glühendmachen erreicht man nebenbei den Vortheil, daß der ſchrumpfende Niet die beiden Nietſtellen feſt aufeinander preßt. — Die namentlich für ſchwere Arbeiten angewendeten horizontalen und verticalen Niet-

maschinen (riveting machine — machine à river) bestehen aus einem festen Stempel, welcher an Stelle der Nietpfanne den Kopf andrückt, und aus einem zweiten, der durch Dampfkraft, hydraulischen Druck oder comprimirte Luft durch Hebel oder Excenter bewegt wird und den Kopf bildet. Namentlich zum Nieten enger Röhren sind solche mechanische Vorrichtungen sehr am Platze und hat man sogar Röhrenziehbänke erdacht, welche gleichzeitig das Lochen und Nieten besorgen. — Die Leistung gut construirter Nietmaschinen übertrifft die der gewöhnlichen Colonne zum Vernieten von Hand um das Zehnfache und mehr; auch soll die Textur der Nieten durch die Anwendung von Nietmaschinen besser geschont werden. Die Vernietungen werden entweder in einer Reihe fortlaufend angewendet (einfache Vernietung) oder versetzt in zwei Reihen (doppelte Vernietung). Soll die Verbindung zweier Bleche durch Vernietung stumpf gegeneinander erfolgen, was namentlich bei Kesseln aller Art oft gefordert wird, um bei gleichzeitiger Anwendung innen versenkter Nieten eine ebene Innenfläche zu erreichen, so legt man einen Blechstreifen von passender Breite auf die Fuge und verbindet denselben auf beiden Seiten durch eine Nietreihe mit den zwei Blechen.

Dem Nieten steht das Schrauben, Zusammenschrauben (screwing — viser) sehr nahe; besitzt vor jenem aber den Vorzug, daß die Verbindung jederzeit ohne Schwierigkeit wieder gelöst werden kann. Auch hier ist nicht unbedingt ein dritter verbindender Theil erforderlich, sondern der Schraubenbolzen kann ebensowohl ein Theil des einen der zu verbindenden Stücke sein, während das andere gleichzeitig als Mutter dient, wie wir dies beim Einnieten sahen. Ein zweiter Modus ist der, daß mindestens einer der zu vereinigenden Theile mit Muttergewinde versehen ist und

eine beſondere Schraube den anderen, der nicht mit Gewinden zu verſehen ſein braucht, ganz durchdringt und in die Gewinde des erſten, tief genug eingreift, um ſo eine ſolide Verbindung herzuſtellen. In dieſem Falle iſt der Kopf der Schraube ſehr häufig in dem zweiten Theile verſenkt und das Ein- und Ausſchrauben geſchieht mit Hilfe eines Schraubenziehers (turn screw, screw driwer — turnevis), eines ſtumpfen Meißels, der in einen Einſchnitt des Schraubenkopfes greift. Größere Gegenſtände werden hauptſächlich durch Bolzenſchrauben (screw bolts) verbunden, welche ganz durch die beiden zu verbindenden Theile hindurchgehen, an einem Ende den Kopf am zweiten ein Gewinde zum Aufſchrauben einer geſonderten Schraubenmutter (écrou — nut) von vier- oder ſechskantiger Form haben. Zwiſchen die letztere und das Arbeitsſtück legt man in der Regel eine dünne Blechſcheibe (Unterlagſcheibe — washer — rosette, rondelle), um zu verhindern, daß die Mutter beim Drehen direct auf demſelben reibt. Bei Conſtructionen, welche vielen und heftigen Erſchütterungen ausgeſetzt werden, durch welche ſich die Schrauben gern lockern, erſetzt man die gewöhnliche oft durch federnde, wie z. B. Thackeray's Federſcheibe, oder man treibt einen Stift durch die Mutter und den Bolzen oder bringt eine der ſonſtigen vielen Vorrichtungen an, welche man zur Sicherung der Schraubenmuttern gegen das Loslöſen erſonnen hat. — Zum Drehen der Schraubenmuttern bedient man ſich der Schraubenſchlüſſel (screw key — clef à vis, à écrous), welche entweder feſte, nur für eine Muttergröße paſſende oder verſtellbare Backen haben und dann Univerſalſchlüſſel, engliſche Schraubenſchlüſſel genannt werden (universal screw wrench, screw wrench, wrench, screw spanner, spanner — clef anglaise, cl. universelle).

Eine andere mehr oder weniger schnell wieder lösbare Verbindung zweier Eisenstücke erzielt man durch das Zusammenkeilen oder Verkeilen, wobei ein schlanker Keil (wedge, coin) von cylindrischer oder pyramidaler Form und meist oblongem Querschnitt in ein Loch getrieben wird, welches in jedem der beiden Arbeitsstücke zur Hälfte liegt, Riemscheiben und Räder befestigt man in dieser Weise auf Wellen. Eine andere Modification, der Vorsteckkeil (Splint, Schließe — forelock — clavette), geht durch den einen Theil der Verbindung und hindert den anderen am Verschieben. Der Anzug oder die Steigung eines Keils, d. h. sein Verjüngungsmaß nimmt man für stationäre Befestigungen, zwischen 1 : 30 bis 100, muß die Verbindung aber häufig gelöst werden, so ist der Anzug größer zu nehmen, etwa 1 : 6 bis 24.

X.

Fabrikation einiger Specialartikel.

1. Die Schraube (screw — vis), einer der wichtigsten Gegenstände aus Eisen, besteht aus einem massiven Cylinder und einem in regelmäßigen Abständen um denselben sich hinziehenden Streifen von halbrundem, drei- oder viereckigem Querschnitt; der Abstand zwischen zwei Windungen heißt Steigung und der constante Winkel, welchen die Windungen mit der Schraubenachse machen, der Steigungswinkel. Die gebräuchlichste Querschnittsform für Schraubengewinde ist die eines spitzwinkeligen gleichschenkeligen Dreiecks mit einem Spitzenwinkel von 55° (Whitworth's System), doch findet man statt dessen in der Praxis auch Winkel von

53° angewendet, bei welchem die Basis genau gleich der Höhe wird. Sellers nimmt den Winkel an der Spitze 60°, also als Querschnitt ein gleichseitiges Dreieck; für Holzschrauben dagegen nimmt man, um leicht und tief in das Holz einschneiden zu können, den Spitzenwinkel 28° und die Höhe des Gewindes doppelt so groß als die Grundlinie. Für Druckspindeln an Pressen, Walzenständern ꝛc., wo nur einseitiger Druck auf das Gewinde stattfindet, nimmt man rechtwinkelige Dreiecksform, und zwar liegt eine Kathete an dem Kern der Schraube an, während die zweite radial steht. — Bei flachem Gewinde ist die Querschnittsform ein Rechteck und die Gewindebreite gleich der halben Gewindehöhe; man giebt denselben für größere Kraftübertragung den Vorzug; halbrunder Gewindequerschnitt findet nur selten, bei den auf Seite 206 erwähnten Bohrern mit archimedischer Schraube ꝛc. Anwendung. In der Regel macht man die Schrauben rechtsgängig (right hand screw — vis filetée à droite), d. h. man läßt das Gewinde von links nach rechts aufsteigen, doch wird auch das linksgängige Gewinde für manche Zwecke nothwendig, und in einzelnen besonderen Fällen sogar ein doppeltes Gewinde, bei welchem ein linkes Gewinde das rechte durchkreuzt.

Die Feinheit (rate) der Schraube wird fast allgemein nach Whitworth'scher Scala genommen und nach englischen Zollen, und ist für die gebräuchlichsten Dimensionen:

Schraubendurchmesser	Anzahl der Gewinde pr. 1 Zoll	pr. 1 Länge = d. Durchm.	Schraubendurchmesser	Anzahl der Gewinde pr. 1 Zoll	pr. 1 Länge = d. Durchm.
3/16	24	4 1/2	3/8	16	6
1/4	20	5	7/16	14	6 1/8
5/16	18	5 5/8	1/2	12	6

Schraubendurchmesser	Anzahl der Gewinde pr. 1 Zoll	Anzahl der Gewinde pr. 1 Länge = d. Durchm.	Schraubendurchmesser	Anzahl der Gewinde pr. 1 Zoll	Anzahl der Gewinde pr. 1 Länge = d. Durchm.
5/8	11	6 7/8	2 3/4	3 1/2	9 5/8
3/4	10	7 1/2	3	3 1/2	10 1/2
7/8	9	7 7/8	3 1/4	3 1/4	10 9/16
1	8	8	3 1/2	3 1/4	11 3/8
1 1/8	7	7 7/8	3 3/4	3	11 1/4
1 1/4	7	8 3/4	4	3	12
1 3/8	6	8 1/4	4 1/4	2 7/8	12 7/32
1 1/2	6	9	4 1/2	2 7/8	12 15/16
1 5/8	5	8 1/8	4 3/4	2 5/8	13 1/16
1 3/4	5	8 3/4	5	2 3/4	13 3/4
1 7/8	4 1/2	8 7/16	5 1/4	2 5/8	13 25/32
2	4 1/2	9	5 1/2	2 5/8	14 7/16
2 1/4	4	9	5 3/4	2 1/2	14 3/8
2 1/2	4	10	6	2 1/2	15

Besondere Verhältnisse zeigt das Gasrohrgewinde wieder in englischen Zollen.

Innerer / Aeußerer Durchmesser	1/8, 1/4, 3/8, 1/2,	13/16, 1 1/32,	15/16, 1 9/16, 1 13/16, 1 31/32, 2 3/8,
Tiefe d. Schraubenganges	1/32	1/24	1/16
Anzahl d. Gänge auf 1 Zoll engl.	28 19 19	14 14	11

Ist die Steigung einer Schraube sehr steil, so kommen die Gänge eines einfachen Schraubengewindes (single thread screw — vis à pas simple) sehr weit auseinander zu liegen, was die sichere Führung der Mutter auf der Spindel sehr beeinträchtigt. Man legt dann gern zwischen die Windungen des ersten ein zweites, drittes, seltener noch mehr Gewinde (doppeltes Gewinde — double thread — vis à double pas u. s. w.).

Aus Gußeisen macht man nur größere Schrauben ohne Ende und kleine Holzschrauben und verleiht ihnen durch Adouciren oder Tempern die für den Gebrauch nöthige Festigkeit. Große Schiffsschrauben werden wohl in Gesenken fertig geschmiedet, indem man nach jedem Schlag den Rundstab seiner Längsrichtung nach verschiebt und ihm eine entsprechende kleine Drehung um seine Achse ertheilt. Große flachgängige Gewinde werden auch wohl auf den Kern aufgelöthet und haben dann die Gestalt einer ⊥-förmigen Schiene, deren Quersteg gleich der halben Entfernung zweier Gänge nach jeder Seite übersteht. Gebräuchlicher sind die Methoden, die Schraubengänge in einem soliden Cylinder durch Feilen, Hauen, Schneiden und Drücken auszuarbeiten. Doch ist der großen Kosten halber auch von diesen nur das Schneiden für Massenfabrikation anzuwenden, denn die neuerdings in Berlin angestellten Versuche mit dem Erichson'schen Verfahren, die Gewinde einzupressen, muß sich, so günstig auch die ersten Berichte lauten, doch noch weiter in der Praxis bewähren, ehe man von einer ernstlichen Concurrenz mit den neueren Verfahren zum Schneiden von Schrauben sprechen kann. Zum Anschneiden von Schraubengewinden auf dem Bolzen oder Kern bedient man sich der Kluppen, seltener der Schneideisen, gehärteter Stahlplatten mit Löchern von verschiedenem Durchmesser und mit entsprechendem Muttergewinde versehen. Eine Kluppe (Schraubenkluppe, Schneidkluppe — screw. stock filière brisée) besteht aus zwei stählernen Backen (dies — coussinets, coins à vis), mit $^1/_4$—$^1/_3$ Kreisbogen Muttergewinde und einem eisernen Rahmen, in welchem sie mit Stellschrauben gegeneinander verschoben werden können und welcher mit zwei Handgriffen versehen ist, um beim Aufdrehen auf den Gewindebolzen die nöthige Kraft ausüben zu können. Je

nach der Stärke der Schraube und der Tiefe des Gewindes muß zwei oder mehrere Male nachgeschnitten werden unter fleißigem Schmieren. Das Gewinde in den Schneidbacken selbst wird vor dem Härten und dadurch hergestellt, daß man dieselben in die Schneidkluppe einspannt und auf einen, im Schraubstock aufrecht stehend befestigten Normal- oder Originalbohrer (plug tap, master t. — taraud mère) aufdreht. — Die vorbeschriebene Anordnung der Kluppen ist in äußerst mannigfaltiger Weise abgeändert worden; so hat man, was manche Vortheile gewährt, statt zwei großen, häufig drei kleinere oder in seltenen Fällen vier und fünf Backen in der Kluppe u. s. w.

Zum Anschneiden linker Gewinde hat man wohl einen rechten Schneidbacken von geringerem Radius, als er dem Bolzen eigentlich zukäme, und statt des zweiten einen entsprechend ausgehöhlten von weichem Material in der Kluppe. Diese wird dann natürlich links herumgedreht, und zwar mit etwas stärkerem Druck als beim Rechtsschneiden; es kommen dabei nur die äußersten Kanten der Backen zum Schneiden, während die eigentlichen Bogengewinde mit dem Bolzen nicht in Berührung kommen. — Will man mehrfache Gewinde mit einer Kluppe für einfache Schrauben schneiden, so hat man nur die Backen entsprechend schräg in die Kluppe einzuspannen.

Beim Schraubenschneiden auf der Drehbank muß die Verschiebung des Supports mit dem Meißel in ganz bestimmtem Geschwindigkeitsverhältnisse zu der Drehbewegung erfolgen, was, wie wir schon oben gesehen haben, durch das Einschalten entsprechend verzahnter Satzräder erreicht wird; je nach der Richtung, in welcher die Verschiebung des Meißels erfolgt, entsteht dabei ein rechtes oder linkes Gewinde. An Stelle der gewöhnlichen Drehstähle werden Schrauben-

ſtähle (comb screwing tools — peignes) angewandt, deren Schneiden eine Anzahl ſpitzer Vorſprünge enthalten, von Geſtalt und Größe der herzuſtellenden Gewinde. — Man hat auch namentlich an älteren Drehbänken die Einrichtung getroffen, daß die ſeitliche Verſchiebung oder Schaltbewegung von der Spindel, reſp. dem Arbeitsſtück, ausgeführt und der Schraubſtahl ſeinerſeits unbeweglich angehalten wird (Patronen-Drehbank — screw mandrel lathe — tour à pas de vis). Der Bolzen wird dabei nur an der Spindel befeſtigt, der Reitſtock fällt fort und auf der Spindel iſt ein ganz beſtimmtes Schraubengewinde (Schraubenpatrone — pas de vis) angebracht, deſſen Gänge denen des herzuſtellenden Gewindes entſprechen müſſen; unter der Patrone liegt das Regiſter (clef), ein Holzſtück mit ebenfalls entſprechenden Schraubengängen, in denen ſich die Spindel fortſchraubt. — Bei neueren derartigen Vorrichtungen wird das Gewindeſtück getrennt angefertigt und beſteht aus, auf die Spindel zu ſteckenden Meſſingröhren (manchon), welche äußerlich mit dem entſprechenden Gewinde verſehen ſind. — Zur maſſenweiſen Herſtellung kleinerer Schrauben bedient man ſich einer Drehſcheibe (monitor), welche durch Umdrehung eine Anzahl Werkzeuge nach und nach auf den Bolzen einwirken läßt (Revolver-Drehbänke), oder aber beſonderer Schrauben-Schneidmaſchinen, welche das Gewinde mittelſt einer Kluppe und 2—3 Schneidbacken herſtellen. Man hat hierbei ſowohl den Bolzen oder die Kluppe feſtgelegt und dem anderen Theile beide erforderlichen Bewegungsarten, Dreh- und Schaltbewegung, ertheilt als auch die eine dieſer Bewegungen dem Bolzen und die andere der Kluppe zugewieſen. — Lange Schraubenſpindeln werden meiſt auf Drehbänken gewöhnlicher Conſtruction mit entſprechenden Wechſelrädern

und einem durch eine Leitspindel geführten Support geschnitten, welcher einem Schneidstahl mit entsprechend geformter Spitze als Auflager dient. — Maschinen zur Anfertigung von Holzschrauben sind in verschiedenen, sehr sinnreich combinirten Anordnungen construirt worden, denen auf der einen Seite Eisendraht von entsprechender Stärke zugeführt wird; sie schneiden diesen durchaus selbstthätig zuerst auf Länge ab und verarbeiten ihn dann durch Anköpfen, d. h. Anstauchen des konischen Kopfes, Abdrehen desselben und der Spitzen, und dann durch, entweder zuerst Einschneiden des Kopfes und Aufschneiden des Gewindes mit Patronen oder durch diese Operationen in umgekehrter Reihenfolge zu Holzschrauben. Indessen findet man in älteren Fabriken diese verschiedenen Operationen noch vielfach auf ebenso viele verschiedene Maschinen vertheilt.

Auch bei der Anfertigung der Schraubenmuttern ist die Herstellung der Gewinde durch Gießen, Schmieden oder Löthen Ausnahme und das Schneiden derselben Regel, es erfolgt dies nach ganz analogen Principien, wie das Ausschneiden der Bolzen und kommt vor allem der Mutterbohrer (taper tap — taraud) in Betracht. Denselben stellt man für kleinere Muttern aus einem Bolzen mit dem entsprechenden Gewinde dadurch her, daß man denselben nach dem unteren Ende zu konisch und außerdem in der Weise anfeilt, daß an dem drei- oder viereckigen Querschnitt nur an den Ecken Spuren vom ursprünglichen Gewinde stehen bleiben, welche dann als Schneiden bei der Anfertigung von Muttern dienen; zur centralen Führung in der Mutter versieht man das untere Ende des Bohrers mit einem gedrehten cylindrischen Zapfen. Für größere Muttern dagegen stattet man die nach unten konisch verlaufenden Bohrer mit meist drei, seltener vier oder auch nur zwei

halbrunden, drei- oder viereckigen Kerben oder Einschnitten aus, welche meist mit der Achse des Bohrers parallel laufen. Am oberen Ende ist der Bohrer vierkantig zum Befestigen in einem Windeisen (tap wrench — tourne à gauche). — Die ungeschnittenen Muttern werden für kleinere Schrauben aus Blech gestanzt und das Loch entweder gleichzeitig ausgestoßen oder nachträglich eingebohrt. Für größere Durchmesser werden die Muttern aus Flacheisen über dem Dorn gerollt, geschweißt und in passenden Gesenken auf die vier- oder sechsseitige Form gebracht oder aber aus Flacheisen (Muttereisen), dessen Dicke gleich der Mutterhöhe ist, durch Lochen im warmen Zustande vorgebildet und ebenfalls in Gesenken fertig geschmiedet. Weniger gebräuchlich ist Muttereisen mit sechskantigem Querschnitt, welches mit einer Säge auf, der Mutterhöhe entsprechende Längen geschnitten und nachträglich gebohrt und sauber abgefräst wird.

2. Nägel. Es sind hiervon zu unterscheiden: Gußeiserne Nägel, welche, wie früher erwähnt, in größeren Partien zusammen in einem zweitheiligen Formkasten gegossen und dann getempert werden, ferner geschmiedete Nägel, aus Blech geschnittene Nägel und Drahtstifte. — Die gangbaren Sorten geschmiedeter Nägel (wrought nails) werden aus weißglühendem Schneideisen oder auf der Schnellwalze erzeugtem vierkantigen Nageleisen hergestellt, welches der Schmied am kalten Ende mit der Hand auf dem Ambos hin und her wendet, an demselben zuerst eine Spitze ausschmiedet und unmittelbar vor dem Kopfe einen kleinen Ansatz bildet. Bei dem nun folgenden Einhauen auf Länge läßt man oberhalb dieses Ansatzes so viel Eisen stehen, daß man aus demselben im Nageleisen den Kopf bilden kann, nachdem das dünne Band zwischen Nagel und Stab durch Hin- und Herbiegen abgebrochen worden ist. — Man

hat, bisher aber ohne befriedigenden Erfolg, diese Handarbeit durch Maschinen ersetzen wollen und nur bei größeren Specialsorten mit der Schmiedmaschine oder durch Walzen raschere und billigere Fabrikation erreicht. — Bei schweren Nägeln hilft man sich durch Zuziehung eines Gehilfen oder man schmiedet unter dem Schwanzhammer.

Als Material für geschnittene Nägel (cut nails) dienen Nagelbleche von $^1/_2$ bis selten über $3^1/_2$ Mm. Stärke, bei deren Anfertigung besonders auf gleichmäßiges Material und vorzügliche Schweißung zu sehen ist. Aus denselben werden Streifen geschnitten, rechtwinkelig gegen die Fasern des Bleches und von einer Breite gleich der Länge der herzustellenden Nägel. Die weitere Bearbeitung besteht im Abschneiden keilförmiger Stücke und Anköpfen derselben; beides wird im kalten Zustande in sinnreich construirten Nagelschneidmaschinen von sehr bedeutender Leistungsfähigkeit ausgeführt.

Drahtstifte (wire tacks — clous d'épingle) werden aus hartgezogenem oder gewalztem Draht von $^1/_2$—10 Mm. Stärke und wohl nur noch auf Drahtstiften-Maschinen erzeugt, welchen der Draht ohne alle weitere Vorbereitung continuirlich zugeführt wird und welche die drei in Betracht kommenden Operationen: das Abschneiden, Anspitzen und Anköpfen, fast gleichzeitig und außerordentlich rasch ausführen. — Die Darstellung der Nieten, soweit sie nicht schon früher besprochen, bietet wenig von der Nägel-Fabrikation Abweichendes.

3. Ketten werden ebenfalls nur noch selten aus Gußeisen erzeugt, und zwar werden entweder die Glieder einzeln gegossen, aufgeschnitten, aneinandergesteckt und wieder verlöthet, oder auch gleich im Ganzen mit ineinandergreifenden Gliedern gegossen. Für Transmissionszwecke bewähren sich

namentlich die Ketten von Stotz in Stuttgart. — Als Material zu geschmiedeten Ketten ist Feinkorneisen oder Stahl zu empfehlen, und über die Arbeit, welche im Biegen auf dem Amboshorn, Abhauen, Zusammenschweißen und Ausrichten besteht und meist von Hand, aber auch häufig mit Zuhilfenahme mechanischer Vorrichtungen erfolgt, läßt sich nicht viel sagen. Kettentaue für Schiffszwecke haben längliche Glieder, welche durch gußeiserne Stege (stud, stay — étai, étançon) in zwei Theile getheilt werden. Befestigt wird der Steg in den glühenden Ringen durch Zusammenhämmern oder Pressen. — Gelenkketten für große Zugspannungen bestehen aus geschmiedeten und gebohrten Platten, welche mit abgedrehten schmiedeeisernen Bolzen verbunden werden. — Von feineren Ketten aus Draht und Blech mag die Vaucanson'sche Bandkette (chaine à la Vaucanson) erwähnt werden, deren offene, U-förmige Glieder aus geglühtem Eisendraht bis zu 7 Mm. stark auf besonderen Maschinen gefertigt werden. Feinere Ketten werden aus dünnem Eisendraht mit einer Rundbiegezange gebogen und mit der Kneifzange abgekniffen.

4. Drahtseile. Dünne Seile werden aus 3—4 Drähten geflochten, bei stärkeren werden zwei oder mehr Litzen für sich angefertigt und zu einem Seile zusammengedreht. Zu ganz starken Tauen dreht man auch solche Seile wieder zu einem dickeren Stück zusammen. Es ist hierbei aber darauf zu achten, daß jedes folgende Zusammendrehen in entgegengesetzter Richtung erfolgt, als das Vorhergehende, so daß z. B. die Drähte nach rechts herum zu Litzen, diese nach links herum zu Seilen und endlich die Seile wieder nach rechts herum zu Tauen zusammengedreht werden. In die Mitte der Taue und der einzelnen Litzen werden häufig Seelen von Hanfschnüren eingelegt. Das

Zusammendrehen der Drahtseile wird jetzt fast ausnahmslos durch Maschinen bewirkt, welche billiger arbeiten und gleichmäßigere Waare liefern als das ursprüngliche, von Albert erfundene Handverfahren. Die Flach- oder Banddrahtseile bestehen aus einzelnen Rundseilen, welche mittelst Nähdraht, Schrauben oder Nieten parallel neben einander befestigt sind. Das Zusammennähen oder Zusammenweben erfolgt ganz wie das Weben eines Stoffes, die Kette wird durch die Litzen vorgestellt und mit einer Ahle getheilt, neben welcher der Draht oder Einschlag durchgesteckt und mit einer Zange ganz durchgezogen wird; das Vernieten oder Verschrauben erfolgt durch Messing- oder Kupferstifte in geeigneten Abständen. Auch hier ist es wesentlich, stets Litzen verschiedener Drehung mit einander abwechseln zu lassen.

5. Drahtgewebe werden entweder hergestellt durch Verflechten gerader und gebogener Stücke mit einander oder gebogener Drähte unter sich. Beide Arbeiten erfolgen nur selten von Hand, meist auf kräftigen Webemaschinen; seltener werden die einzelnen Stücke zusammengelöthet.

6. Nadeln erfordern eine so complicirte Bearbeitung, daß es nur durch eine weit getriebene Theilung der Arbeit und durch Benützung zahlreicher Maschinen möglich ist, sie zu den üblichen Verkaufspreisen herzustellen. Das neueste Verfahren zur Anfertigung von Nähnadeln aus Stahldraht ist kurz folgendes. Die 4—5 M. im Umfange großen Drahtringe werden an zwei entgegengesetzten Stellen durchgeschnitten und die so erhaltenen Büschel von 90—100 Drähten mit Hilfe einer Lehre im Schafte (lengths) von doppelter Nadellänge zertheilt, und zwar werden auf Maschinscheeren mit selbstthätiger Zuführung bis zu sechs Schafte gleichzeitig geschnitten und durch eine Schüttelvorrichtung

parallel gelegt. Eine solche Maschine liefert in 10—12stündiger Schicht eine Million Schafte und zur Bedienung von zwei Maschinen genügt ein Arbeiter. Gerichtet werden diese Schafte zu 5000—15.000 Stück in zwei Eisenringen, welche je um $^1/_6$ der ganzen Länge vom Ende entfernt sind; diese Paquete werden geglüht und zwischen einer festen Unterlage und einer Deckplatte gerollt, wobei der Druck lediglich auf die Nadeln wirkt, während die Ringe in Schlitzen frei laufen. Geringes Hin- und Herrollen genügt nicht nur zum Ausrichten, sondern auch zum vollständigen Abreiben des Glühspans. — Das nun folgende Spitzen geschieht auf Spitzmaschinen mit einem Schleifstein von hohlkehlenförmig ausgearbeiteter Gestalt; in der Mitte 310, an den Enden 390 breit und 210 Mm. lang, gegen den sich eine Scheibe legt mit Kautschuküberzug, welche sich per Minute nur einmal dreht, während der Schleifstein 1500 Umläufe macht. Diese Vorrichtung spitzt cica 30.000 Nadeln in der Schicht. Nach dem Spitzen werden die Schachtmitten auf eigenen Schleifmaschinen polirt, welche circa $1^1/_2$ Millionen Stück per Schicht liefern. Dann wird unter einem Fallwerk die Mitte der Schafte abgeplattet, wobei gleichzeitig die Oehre vorläufig durch Eindrücke von beiden Seiten her markirt werden; ein anderes Fallwerk stößt die Oehre durch, wobei die Ueberführung von einem zum anderen Apparat selbstthätig erfolgt. Behufs der nun folgenden Arbeit des Feilens oder Abnehmens der bei den letzten Operationen entstandenen Bärte reiht man die Doppelnadeln auf zwei flache Stahldrähte, wonach sie unter Freilassung der Mitte eingespannt, durch Abbrechen getheilt und auf der Theilstelle sauber abgeschliffen werden.

Zum Härten werden 10—50.000 Stück Einzelnadeln gleichzeitig in schwache Rothgluth versetzt und zum Ablöschen

in Oel oder Thran gestreut, oder in geschmolzenes Blei getaucht; gröbere Sorten werden auch wohl durch Einsetzen gehärtet. Jedenfalls müssen die gehärteten Nadeln durch Anlassen wieder von ihrer zu großen Härte befreit und dann geschauert oder polirt werden. Nach dieser Operation pflegt man neuerdings die Oehrenden nochmals anzulassen, am besten mittelst der Blaumaschine, welche die Nadeln mittelst eines rotirenden Rädchens einzeln durch eine entsprechend regulirte Gasflamme führt und per Schicht circa $^1/_2$ Million Stück Nadeln blau macht. Zum Ausbohren der Oehre werden 100—200 Nadeln auf einmal in eine breite Zange derart eingespannt, daß die Oehre sämmtlich parallel stehen. Dieselben werden dann je einen Augenblick an die Spitze einer Reibahle gehalten, welche auf einer Drehbank in rasche rotirende Bewegung versetzt ist und so erst die eine und dann die andere Seite der Oehre von den beim Lochen entstandenen Schärfen befreit. — Zum Schluß werden die beim Schauern stumpf gewordenen Spitzen auf der Drehbank mit kleinen Schmirgelwalzen nachgespitzt und die ganzen Nadeln auf einer Lederscheibe mit Schmirgel überpolirt.

Die Anfertigung der Strick-, Haar- und Stecknadeln bietet viel Analoges mit der oben beschriebenen Nähnadel-Fabrikation, ist aber wesentlich einfacher und namentlich fällt das Härten und Anlassen, sowie die Bildung des Oehres fort. Stecknadeln werden übrigens auch nur selten aus Eisen gemacht und dann — ebenso wie auch die Haarnadeln — mit irgend einem Schutz- und Verschönerungsüberzug versehen. — Bei den verwandten Fischangeln bildet man den Widerhaken durch Einhauen mit einem Meißel oder Einschneiden mit einem hebelförmigen Messer und vollendet ihn mit der Feile; gebogen werden die Angelhaken mit einer

Rundzange oder in mit einem Einschnitte versehenem Eisen. In England hat man auch bei diesem Artikel die Handarbeit durch Specialmaschinen ersetzt.

7. Schlösser und Schlüssel. Ueber die Fabrikation der Schlösser ist wenig zu bemerken, was sich nicht nach dem Vorhergehenden schon von selbst verstände. Auch hier wird immer mehr die Handarbeit durch Maschinen ersetzt. Alle flachen Theile, Deckplatten, Bleche und Riegel werden aus Blech gestanzt, die Feilarbeit durch Schleifen ersetzt ꝛc. — Eine Specialität Nordamerikas: die Anfertigung von Schlössern aus Temperguß, ist neuerdings auch in Berlin mit gutem Erfolge ausgeführt worden.

Der Ring eines Schlüssels wird meist auf die Weise gebildet, daß man das Ende des Eisenstabes flachschlägt, senkrecht zu der Ringebene auf der Amboskante ansetzt, durch Ueberschmieden länglich rund gestaltet, mit einem runden Durchschlag locht und über den Schlüsseldorn zur gehörigen Gestalt aushämmert. Gleichzeitig ist der Bart durch Ansetzen und Einhauen mit dem Schrotmeißel vorbereitet, und nachdem nun der Schlüssel durch Abhauen von der Eisenstange getrennt worden ist, formt man den Schaft des Schlüssels und etwaige Reifen auf demselben durch Schmieden zwischen zweitheiligen Gesenken. Ein ebenfalls zweitheiliges Gesenk zur Bildung des Bartes enthält je die halbe Stärke desselben und des angrenzenden Schaftes; auch kann man in Fallwerken einfachere Schlüssel mit einem Schlage fertig pressen. — Schließlich werden dieselben aber stets im Ganzen abgefeilt, geschmirgelt und auch wohl polirt. — Hohle Schlüsselschäfte werden nachträglich ausgebohrt.

8. Schneidwaaren werden, mit Ausnahme der kleinsten und feinsten, welche ganz aus Stahl bestehen, der Hauptsache nach aus Schmiedeeisen hergestellt, in welches

eine Schneide aus Stahl eingeschweißt ist. — Aexte. Der Blank- oder Hackenschmied fertigt dieselben meist unter Schwanzhämmern, seltener aus freier Hand, indem er ein Flacheisen an beiden Enden scharf zuschmiedet, in der Mitte zusammenbiegt und an beiden Enden zusammenschweißt. Die Stahlschneide wird hierbei entweder zwischen die beiden angeschärften Enden ein- oder äußerlich um dieselben herumgelegt und dann über dem Dorn entsprechend ausgebildet. Abweichend davon wird beim Beil meist nur die eine ebene Seite mit Stahl belegt, dafür häufig aber auch die gegenüberliegende Bahn mit einer Stahlplatte versehen.

Messer, welche ganz aus Stahl bestehen, werden aus einer Stange in der Rothglühhitze je nach Gestalt der herzustellenden Klinge breit und spitz, aber nicht unter $^1/_2$ Mm. stark ausgeschmiedet und nach dem Abhauen von der Stange in einer zweiten Hitze die Angel ausgebildet, wobei man eventuell gleichzeitig die Scheibe zwischen Schneide und Angel durch Ansetzen auf der Amboskante herstellt. Hierauf folgt nacheinander das Blankmachen durch Abfeilen oder Abschleifen, das Härten, Anlassen, Fertigschleifen, Schmirgeln, Poliren und Abziehen. Auch hierbei hat man die Formbildung mit mehr oder weniger gutem Erfolg auf Specialmaschinen übertragen, beispielsweise Messerklingen ganz aus Stahlblech ausgestanzt und die Scheibe als besonderes Stück auf die Angel gesteckt. Auch gießt man Angel und Scheibe, adoucirt sie und schweißt sie dann mit der Klinge zusammen. — Die Anfertigung von Messern mit eingesetzten Stahlscheiben bietet nichts, was nicht schon früher erwähnt worden wäre. Oft werden auch Klingen aus abwechselnden Lagen von Schmiedeeisen und Stahl hergestellt, so daß sich beider Eigenschaften ergänzen; doch sollte dann stets die mittlere Lage von Stahl sein. — Gabeln werden

in ähnlicher Weise aus 10 Mm. starkem Quadratstahl gebildet; am vorderen flach ausgeschmiedeten Theile markirt man die Zacken durch Einhauen mit dem Meißel und erweitert die Zwischenräume mit einer Gabelfeile; auch werden dieselben auf dem Fallwerk aus weißglühendem Material ausgestanzt.

Schwieriger ist schon die Anfertigung der Scheeren, da sie eine äußerst genaue und vorsichtige Behandlung beim Zuschleifen erfordern. Die Scheerentheile werden sowohl aus Stahl geschmiedet, aus Stahlblech ausgestanzt als auch aus Schmiedeeisen mit oder ohne eingesetzte Stahlschneiden gebildet. Gußeiserne Scheeren werden an den Schneiden durch Befeuchten der betreffenden Stellen der Gußform, unmittelbar vor dem Gießen, gehärtet oder auch in geeigneter Weise adoucirt.

Auch die Anfertigung der blanken Waffen umfaßt die Operationen des Schmiedens, Ausfeilens, Härtens und Anlassens, des Schleifens und Polirens mit wenig bemerkenswerthen Abweichungen von den für diese Arbeiten früher angegebenen Regeln. Der aus einem damastartigen oder auf ähnliche Weise erzeugten Gemenge von vorzüglichstem Eisen und Stahl bestehende Flachstab für eine Säbelklinge muß ungefähr $1\frac{1}{2}$mal so dick sein als diese und circa 60 Procent von der schließlichen Länge und Breite haben. Die Angel wird für sich aus einem Flacheisen circa 25×7 Mm. durch Zusammenbiegen gebildet und zwischen die Enden derselben die Schiene für die Klinge eingeschweißt, circa 30—40 Mm. zwischen dieselben hineinragend. Dann folgt in ungefähr fünf Hitzen das Ausschmieden der Klinge aus dem Groben, das Aussparen der rinnenförmigen Vertiefungen auf den Flächen vermittelst eines Stempelpaares in drei weiteren Hitzen, das Abreifen

oder Aushämmern der Säbelschneide und die schließliche Ausbildung der Angel, wozu noch resp. drei und eine Hitze erforderlich ist. Die Krümmung der Säbel erfolgt beim Abreifen von selbst und muß durch zweckmäßige Gegenschläge begrenzt oder, wenn die Klinge gerade werden soll, ganz verhindert werden. Das Härten geschieht von der Rothglühhitze aus erst in feuchtem Hammerschlag und dann in kaltem Wasser; mit dem Anlassen wird meist gleichzeitig ein Ausrichten verbunden. — Die Sensen und Sicheln werden aus verschiedenen Stäben zusammengeschweißt und unter Wasserhämmern ausgearbeitet, wobei mit der weiteren Verarbeitung immer geringere Hitzegrade angewandt werden, so daß beim schließlichen Glatthämmern die Sensen nicht viel mehr als handwarm gemacht werden. — Das Härten geschieht von der Gelbrothglühhitze aus, durch Eintauchen in geschmolzenen Talg. Das nun folgende Abklatschen bezweckt die gänzliche Beseitigung des Glühspans und besteht in geringer Erwärmung der Sense, Einstecken in Kohlenlösche und dann in kaltes Wasser. Das Blauanlassen, Richten, Poliren ꝛc. bietet nichts Besonderes. — Bei der Darstellung der Sägen ist das Bemerkenswertheste die Bildung der Zähne, welche in der Regel erst nach Vollendung aller anderen Arbeiten erfolgt, und zwar durch Herausschlagen dreieckiger Blättchen aus der Kante des Sägeblattes mit einem entsprechend geformten Durchschlag und auf einer verstählten Lochscheibe. Das Herausheben des Durchschlags aus der Lochscheibe und das Weiterschieben des Sägeblattes auf derselben geschieht häufig automatisch. Die Zähne besserer Sägen erfahren noch eine Nacharbeit mit der Sägefeile und bei den feinsten Sorten werden die Zähne überhaupt mit dem Meißel ausgehauen.

9. Feuerwaffen. Die Anfertigung der Gewehrläufe erfolgt durch Zusammenrollen über einem Dorn aus den Laufplatten oder Büchsenbränden, d. h. Schienen von weichem, zähem Eisen, beinahe so lang wie der Lauf und an einem Ende etwas breiter und dicker als am anderen; darauf folgt das Schweißen im Rundgesenke. Beide Arbeiten hat man neuerdings häufig durch Walzwerke besorgt. Die so gebildeten Läufe werden ausgeglüht, auf besonderen Flinten-Bohrmaschinen ausgebohrt und äußerlich abgeschliffen, dann, wenn erforderlich, ausgerichtet, das Gewinde für die Schwanzschraube eingeschnitten, das Zündloch eingebohrt oder durchgeschlagen und das Absehen, das Korn, die Schaft- und Bajonetthaften angelöthet; schließlich wird der Lauf mit einer oder zwischen zwei Feilen abgezogen. — Abweichende Darstellungsmethoden von gedrehten, gewundenen, damascirten Läufen, von Draht- und Doppelläufen finden nur beschränkte Anwendung für Luxusgewehre; dagegen werden gezogene Läufe auch für's Militär immer mehr, ja fast ausschließlich gebraucht. Beim Ziehen liegt auf der Ziehbank ein roher und ein gezogener Lauf genau in gleicher Achsenrichtung hinter einander; in letzterem sitzt ein Bleipfropf mit eiserner Stange, und an deren anderem Ende ist ein hölzerner Kolben mit zwei oder drei Schneideisen befestigt. Wird nun die Stange mit einem Querheft vorwärts gezogen, so dreht sich der Bleikolben in den Zügen des fertigen Laufes und zwingt den Schneidkolben, in dem rohen Laufe dieselben Drehungen zu machen und genau entsprechende Züge einzuschneiden. — Die Schloßtheile werden in zahlreichen verschiedenen Gesenken geschmiedet, dann ausgeglüht, nach stählernen Lehren befeilt oder gefräst ꝛc. ꝛc. und durch Einsetzen gehärtet, soweit sie nicht wie die Federn aus Stahl bestehen.

10. Zahnräder größerer Dimensionen werden, wie früher angegeben, eingeformt, gegossen und durch Befeilen oder Ausfräsen nachgearbeitet; kleine oder fein verzahnte dagegen als glattrandige, runde Scheiben geschmiedet oder gegossen. Diese erhalten dann ihre Verzahnung durch Einschneiden mit dem Räderschneidzeug, welches mit einer Theilscheibe versehen ist und ein Schneidrad hat, dessen Achse in horizontaler Lage sich sehr rasch zwischen zwei Spitzen dreht. — Große Zahnstangen werden gleichfalls gegossen, feinere dagegen wieder durch Einschneiden gebildet.

11. Kesselschmiedearbeiten bestehen im Eintheilen, Lochen oder Bohren, Biegen und Zusammennieten von Blechen zu Kesseln, Reservoiren, Brückentheilen ꝛc. Das Zusammennieten von zwei Eisenplatten geschieht entweder auf Wechsel, d. h. mit übereinandergreifenden Rändern, oder auf Schienen, d. i. auf besonderen Eisenstreifen, welche mitten über den Stoß der stumpf gegeneinander tretenden Bleche liegen und auf jeder Seite mit einem derselben vernietet sind. — Nach dem Vernieten folgt das Verstemmen mit dem Setzmeißel, wodurch die Verbindung zu einer wasser- und dampfdichten wird. Das Aushauen der Oeffnungen für Mannlöcher, Dome, Stutzen ꝛc. geschieht mit dem Meißel und wird meist durch vorheriges Einbohren einer Reihe von Löchern beschleunigt. Nach der Fertigstellung werden die Gegenstände äußerlich, oft auch innerlich mit Lack oder Firniß angestrichen, seltener verzinnt.

12. Klempnerarbeiten. Als Materialien dienen vor Allem dünnes Schwarzblech und Weißblech und ist zu dessen Verarbeitung, namentlich in den letzten 20 Jahren, eine große Anzahl von Hilfsmaschinen aller Art erdacht worden. Biegemaschinen mit ihren Abarten, als: Abkante-, Falz- und Umschlagmaschinen, Sicken- und Falzzudrückmaschinen,

Pressen und Stanzen. Die Vereinigung der Bleche geschieht durch Falzen, Nieten und Löthen mit Kolben und Weichloth. Auch die Treibarbeit auf dem Ambos und das Drücken auf der Drehbank findet hier vielfach Anwendung und die äußere Oberfläche wird auf die mannigfaltigste Weise decorirt.

13. Feinere Stahlwaaren aller Art werden fast ausschließlich aus Gußstahl angefertigt oder aus weichem und reinem Schmiedeeisen, welches dann nachträglich durch Cementiren oder Einsetzen oberflächlich in Stahl verwandelt wird. Kleine Gegenstände stanzt man aus Stahlblech, größere und stärkere werden in Gesenken oder aus freier Hand geschmiedet und beide durch Feilen, Schleifen, Graviren und Ciseliren geglättet und weiter ausgebildet. Stahlbrillanten sind kleine Eisendrahtstiftchen mit aufgelöthetem Stahlknopf in cylindrischer oder Scheibenform mit mittlerem kleinen Loch, auf welche mit Schmirgel und Oel die Facetten angeschliffen werden. — Nach dem Härten der feinen Stahlwaaren folgt das Poliren, welches bei glatten Flächen in gewöhnlicher Weise mit Polirscheiben, bei verzierten Stücken mit Bürstenscheiben und durch Schmirgel und Polirroth mit Oel bewirkt wird. Stahlperlen zu Stickereien fertigt man aus rinnenartig hohlgeklopften, dünnen Blechstreifchen, deren Kanten gegeneinander geschlagen werden. Durch eigene Drahtziehlöcher wird das Röhrchen gestreckt, dann mit dünnem Messingdraht umwunden, in der Fuge verlöthet, abgefeilt, nochmals durch ein Paar Zieheisen gezogen, in gleichlange Stücke zerschnitten und befeilt. Bei Verwendung von dickerem Blech fällt die Löthung fort und werden die Perlen geglüht, gehärtet und polirt, seltener blau angelassen.

Inhalt.

Seite

Vorwort XV

I. Eigenschaften, Classificirung und Vorkommen des Eisens in der Natur 1

Das Roh- oder Gußeisen 2. — Das Schmiedeeisen 6. — Stahl 10. — Eisenerze 13.

II. Darstellung des Roheisens, Schmiedeeisens und Stahls (Eisenhüttenkunde) (mit Fig. 1—20) 16

Gewinnung des Roheisens (Hochofen-Betrieb) 17. — Hilfsapparate 28. — Die Rennarbeit 33. — Darstellung schmiedbaren Eisens 35. — Frischproceß 36. — Puddelproceß 39. — Das Bessemern 46. — Andere Methoden 50.

III. Eisen- und Stahlgießerei (mit Fig. 21—28) 58

Allgemeines 58. — Oefen und Gebläse 60. — Formerei 68. — Sandformerei 70. — Herdformerei 71. — Kastenformerei 74. — Potterieguß 81. — Masseformerei 85. Lehmformerei 86. — Schalengießerei 88. — Adoucirter Guß 90. — Stahlgießerei 92.

IV. Fabrikation des Stabeisens (Handelseisens) (mit Fig. 29—55) 94

Allgemeines 94. — Hammerwerke 95. — Walzwerke 100. — Schweißöfen 105. — Quadrat-, Rund- und Flacheisen 110. — Façoneisen 116.

V. Blech-Fabrikation 122

Hammer- und Walzbetrieb 122. — Schwere Bleche 124. — Sturzbleche 126. — Façonirte Bleche 127.

VI. Fabrikation von Draht und Röhren (mit Fig. 56—59) 129

Schnell-Walzwerkbetrieb 129. — Drahtzieherei 130. — Neue Methoden 140. — Façondraht und Röhren 142.

Seite

VII. Ueberziehen des Eisens mit Metallen und anderen Stoffen (mit Fig. 60–63) 144

Das Verzinnen 144. — Das Verzinken 149. — Sonstige Metallüberzüge 150. — Das Emailliren 155. — Ueberzüge von anderen Stoffen 157.

VIII. Die Arbeiten des Schmieds 161

Allgemeines 161. — Schmiedefeuer und Gebläse 163. — Schmiedegeräthe 167. — Einfachere Schmiedearbeiten 170. — Schweißen 176. — Härten und Anlassen 180.

IX. Kalte mechanische Verarbeitung des Eisens (mit Fig. 64–73) 188

Treiben 188. — Schneiden 188. — Lochen 196. — Meißel 199. — Hobeln 200. — Bohren 204. — Drehen 208. — Feilen 212. — Schleifen 215. — Poliren 216. — Löthen 217. — Kitten 218. — Falzen 219. — Vernieten 220. — Zusammenschrauben 223. — Verkeilen 225.

X. Fabrikation einiger Specialartikel 225

Schrauben und Muttern 225. - Nägel 232. — Ketten 233. — Drahtseile 234. — Drahtgewebe 235. — Nadeln 235. — Schlösser und Schlüssel 238. — Schneidwaaren 238. — Feuerwaffen und Zahnräder 242. — Kesselschmiedarbeiten 243. — Klempnerarbeiten 243. — Feinere Stahlwaaren 244.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

Das Löthen

und die

Bearbeitung der Metalle.

Eine Darstellung

aller Arten von Loth, Löthmitteln und Löthapparaten, sowie der Behandlung der Metalle während der Bearbeitung.

Handbuch für Praktiker.

Nach eigenen Erfahrungen bearbeitet

von

Edmund Schlosser.

Mit 21 Abbildungen.

15 Bogen. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. ö. W. = 3 Mark.

Das vorliegende Werk — aus der Hand eines erfahrenen Fachmannes hervorgegangen — behandelt die Löthkunst in all' ihren Zweigen auf das eingehendste und enthält nicht nur die Vorschriften zur Darstellung aller Arten von Lothen und Löthmitteln, sondern auch die ausführliche Schilderung der zum Löthen angewendeten Apparate — unter letzteren sind besonders mehrere neu erfundene Apparate, welche der Verfasser in diesem Werke zuerst der Oeffentlichkeit übergiebt, hervorzuheben. — Nachdem die Bearbeitung der verschiedenen Metalle von den besonderen Eigenschaften der letzteren abhängig ist, hat der Verfasser das Verhalten der Metalle in der Hitze und Kälte übersichtlich beschrieben und hierdurch seinem Werke eine jedem Praktiker gewiß willkommene Bereicherung zu Theil werden lassen.

Das Löthen und die Bearbeitung der Metalle

ist ein für die Praktiker von einem erfahrenen Fachmanne geschriebenes Werk, und dürfte diese Thatsache allein schon genügen, dieses Buch allen Metallarbeitern auf das angelegentlichste zu empfehlen.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

Die Legirungen.

Handbuch für Praktiker.

Enthaltend die Darstellung sämmtlicher Legirungen, Amalgame und Lothe für die Zwecke aller Metallarbeiter, insbesondere für Erzgießer, Glockengießer, Bronzearbeiter, Gürtler, Sporer, Klempner, Gold- und Silberarbeiter, Mechaniker, Zahntechniker u. s. w.

Von

A. Krupp.

Mit 11 Abbildungen.

28 Bogen. 8. Eleg. geh. Preis 2 fl. 75 kr. ö. W. = 5 Mark.

Der praktische Theil dieses Werkes zeigt die denkbar größte Vollständigkeit, indem nicht nur alle häufiger in Anwendung stehenden Legirungen, sondern neben diesen alle jene geschildert werden, welche in irgend einem Zweige der Technik von Bedeutung sind. Der Wichtigkeit entsprechend, welche jenen Legirungen, die man als Messing, Bronze, Lagermetall, Neusilber, Glockenmetall u. s. w. bezeichnet, zukommt, ist diesen große Ausführlichkeit gewidmet und die Darstellung und die Eigenschaften derselben auf das eingehendste und wahrhaft fachmännisch geschildert. Die Darstellung der Phosphorbronze, die von den meisten Fabrikanten als Geheimniß behandelt wird, ist in dem Krupp'schen Werke eingehendst beschrieben. Neben den Silber- und Goldlegirungen und den Legirungen für Zahnärzte finden wir auch noch alle jene Legirungen ausführlich behandelt, welche für die Zwecke der Kunstindustrie so wichtig geworden sind, und bringt das Buch besonders in dem Abschnitte, welcher von den leicht flüssigen Metallen handelt, eine Fülle neuer interessanter Thatsachen.

Der Wichtigkeit entsprechend, welche jenen Legirungen zukommt, die man als Lothe bezeichnet, ist denselben ein besonderer Abschnitt gewidmet, und schließt das Werk mit einer Anleitung zum Färben der verschiedenen Legirungen. Das Buch „Die Legirungen" von A. Krupp ist unter allen Werken der Neuzeit, welche denselben Gegenstand behandeln, unstreitig das eingehendste und dabei das einzige, welches von einem wissenschaftlich gebildeten Fachmanne geschrieben ist, und bildet dasselbe einen unentbehrlichen Führer und Rathgeber für alle Industriellen der Metall-Branche.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

Das Verzinnen, Verzinken,

Vernickeln, Verstählen

und das Ueberziehen von Metallen mit anderen Metallen überhaupt.

Eine Darstellung praktischer Methoden

zur Anfertigung aller Metallüberzüge aus Zinn, Zink, Blei, Kupfer, Silber, Gold, Platin, Nickel, Kobalt und Stahl, sowie der Patinas, der oxydirten Metalle und der Bronzirungen.

Handbuch für Metallarbeiter und Kunst-Industrielle.

Von

Friedrich Hartmann.

Mit 3 Abbild. 16 Bog. Octav. Geh. 1 fl. 65 kr. ö. W. = 3 Mark.

Trotz der Vielseitigkeit und Ausdehnung, welche die Metall-Technik in unserer Zeit gewonnen hat, fehlte es bis nun an einem Werke, welches sich als ganz specielle Aufgabe die Darstellung der vielfachen und mitunter recht complicirten Arbeiten gesetzt hatte, welche der Metall-Techniker auszuführen hat, wenn er Metall mit anderen Metallen überziehen will, oder beabsichtigt, der Metalloberfläche ein bestimmtes Aussehen, einen gewissen Farbenton u. s. w. zu ertheilen. — Während die ersteren Arbeiten — wie Verzinnen, Galvanisiren u. s. w. — in das rein technische Gebiet gehören, welches jedem Metallarbeiter geläufig sein soll, ist das Vergolden, Versilbern, Oxydiren und Patiniren ganz besonders für den Kunstindustriellen von großer Wichtigkeit. Das vorliegende Werk von der Feder eines alle Zweige der Metallindustrie kennenden Fachmannes enthält die umfassendste Darstellung der Verfahren, welche für den Praktiker von Wichtigkeit sind, wenn es sich darum handelt, Metalle mit Ueberzügen von anderen Metallen oder Oxydationen und Patinas zu versehen. Der über einen klaren lichtvollen Styl verfügende Autor hat schwierig auszuführende Arbeiten so zu schildern gewußt, daß jeder einfache Arbeiter nach seinen Vorschriften mit gutem Erfolge arbeiten kann und überhaupt in diesem Buche thatsächlich Alles findet, was auf jenen Industriezweig, von welchem es handelt, irgend welchen Bezug hat. Das Werk „Das Verzinnen, Verzinken, Vernickeln, Verstählen 2c." von Friedrich Hartmann wird daher jedem Metalltechniker eine willkommene Gabe sein, und bezeichnen wir dasselbe als eine der besten Erscheinungen auf dem Gebiete der neueren metallurgischen Literatur.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

Einladung zur Pränumeration

auf den

„Metallarbeiter"

VII. Jahrgang.

(Auflage über 5000.)

Das älteste, reichhaltigste und verbreitetste Fachblatt für alle Zweige der Blech- und Metall- und Eisen-Industrie.

Erscheint wöchentlich mindestens 3 Bogen stark.

Organ für die geschäftlichen Interessen des gesammten

Eisen- u. Metallwaarenhandels.

Bei Ausstellungen wiederholt prämiirt.

Herausgeber und Chef-Redacteur:

Carl Patsky.

Abonnement pro Quartal fl. ö. W. 1.85 = M. 3.50.

Die Inseraten-Beilage des „Metallarbeiter" wird sämmtlichen Eisen- und Metallwaaren-Händlern in Oesterreich-Ungarn, Deutschland, Rußland und dem ganzen Oriente ohne Ausnahme unentgeltlich zugesendet.

Insertionspreis 10 kr. = 20 Pf. die viermal gesp. Nonpareillezeile.

Größere Formate billiger.

Technische Anfragen werden durch Fachmänner unentgeltlich beantwortet.

Abonnements sind zu richten an die Expedition:

Wien, V., Wehrgasse Nr. 16.

Berlin, SW., Zimmerstraße Nr. 91.

Das technische Bureau

des

„Metallarbeiter"

Redaction

Wien, V., Wehrgasse 16. Berlin SW. Zimmerstr. 91

erwirkt auf das Gewissenhafteste und verwerthet in vortheilhafter Weise:

Patente

die Eisen-, Metall- und Werkzeug-Branche

betreffend.

Patentverlängerungen, Ausübungs-Nachweise,

Marken- und Musterschutz-Registrirungen.

Dem technischen Bureau des „Metallarbeiter" stehen hierzu die mehrjährigen Erfahrungen des Redacteurs auf diesem Gebiete und seine ausgedehnten Beziehungen in **Oesterreich-Ungarn** und **Deutschland** zu Gebote.

Patent-Anwälten

werden

besondere Begünstigungen

eingeräumt.

Auskünfte bereitwilligst und unentgeltlich.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

Vollständige

Anleitung zum Formen und Gießen

oder:

genaue Beschreibung aller in den Künsten und Gewerben dafür angewandten Materialien

als:

Gyps, Wachs, Schwefel, Leim, Harz, Guttapercha, Thon, Lehm, Sand und deren Behandlung behufs Darstellung von Gypsfiguren, Stuccatur, Thon, Cement-, Steingut- ꝛc. Waaren, sowie beim Guß von Statuen, Glocken und den in der Messing-, Zink-, Blei- und Eisengießerei vorkommenden Gegenständen.

Von

Eduard Uhlenhuth.

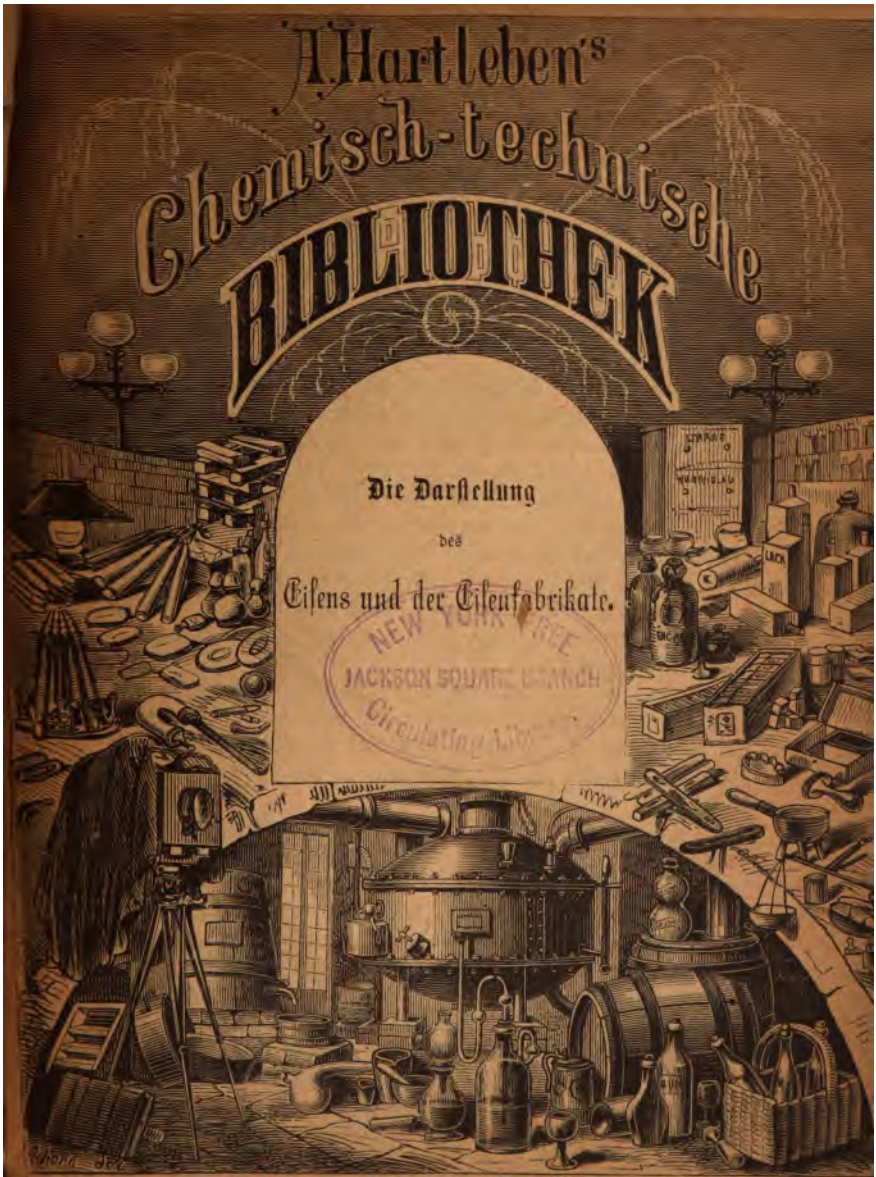
Mit 10 Abbildungen. 10 Bogen. Octav. Geheftet.

Preis 1 fl. 10 kr. ö. W. = 2 Mark.

Wie bereits in dem ausführlichen Titel erwähnt, hat es der anerkannt tüchtige Autor unternommen, hier eine auf langjährige Erfahrung gegründete, praktische Anleitung zu allen Form- und Guß-Verfahren erscheinen zu lassen, die namentlich für die jungen Gehilfen der Gießwerkstätten, für die angehenden Techniker und besonders auch für Schüler der Gewerbeschul-Fachclassen eine willkommene Gabe sein wird.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

A. Hartleben's Chemisch-technische BIBLIOTHEK



Die Darstellung des Eisens und der Eisenfabrikate.

NEW YORK FREE
JACKSON SQUARE BRANCH
Circulating Library

A. Hartleben's Verlag, Wien, Pest, Leipzig.

A. Hartleben's Chemisch-technische Bibliothek.

In zwanglosen Bänden. — Mit vielen Illustrationen.

Kein Zweig der menschlichen Thätigkeit hat in einer so kurzen Spanne Zeit so bedeutende, wahrhaft riesige Fortschritte gemacht, wie die chemische Wissenschaft und deren Anwendung auf die Gewerbe — die chemische Technologie; jedes Jahr, ja fast jeder Monat bereichert unser Wissen mit neuen staunenswerthen Erfindungen auf chemisch-industriellem Gebiete.

Die chemischen Gewerbe haben das Eigenthümliche, daß sie ein viel rascheres Umsetzen des Capitales gestatten, als die mechanischen; während es bei diesen oft Monate lang dauert, bis das Object verkaufsfähig wird, verwandelt der Industrielle auf chemischem Wege sein Rohmaterial in wenigen Tagen, oft selbst in wenigen Stunden in fertige Handelswaare. Wir erinnern hier nur an die Seifen-Fabrikation, die Fabrikation der Parfumerien, der Stärke, des Leimes, die Branntweinbrennerei, Essig-Fabrikation, Bierbrauerei u. s. w.

Chemische Producte in großer Zahl sind in neuerer Zeit nicht nur Bedürfnisse des täglichen Lebens geworden, welche in jedem Gewerbe Anwendung finden, wie Seife, Weingeist, Leim, Stärke u. s. w., sondern sie sind auch zu allgemeinen Luxusartikeln geworden, wie Liqueure, Parfumerien, Toiletteseifen, das Glycerin u. s. w. Der stets gesteigerte Bedarf an chemischen Producten veranlaßt das fortwährende Entstehen chemischer Fabriken, die ihrem Besitzer ein sicheres Erträgniß abwerfen.

Die chemisch-technische Literatur hat aber im Großen und Ganzen nicht mit den Fortschritten der Technik gleichen Schritt gehalten; wir besitzen zwar treffliche Quellenwerke, welche aber vom allgemein wissenschaftlichen Standpunkte gehalten, dem praktischen Fabrikanten in der Regel nicht das bieten, was für ihn Bedürfniß ist: ein compendiös abgefaßtes Handbuch, in welchem frei von allem überflüssigen Beiwerke die Fabrikation der betreffenden Producte in klarer, leicht faßlicher, wahrhaft populärer Weise dargestellt ist und den neuesten Erfindungen und Erfahrungen entsprechend Rechnung getragen wird.

Die Mehrzahl der chemisch-technischen Specialwerke, welche unsere Literatur besitzt, datiren theils aus älterer Zeit und sind von bloßen Empyrikern verfaßt, denen die Gabe der klaren Darstellung und die

Kenntniß der neuesten Erfahrungen auf chemisch-technischem Gebiete gänzlich mangelt.

Eine neue Zeit fordert neue Bücher. — In Erwägung der vorstehenden Thatsachen hat sich die gefertigte Verlagshandlung entschlossen, im Vereine mit einer großen Anzahl der eminentesten Fachmänner und treu ihrer Richtung: die Industrie durch Herausgabe wahrhaft populärer technischer Werke zu unterstützen, die Ausgabe einer **Chemisch-technischen Bibliothek** zu unternehmen, in welche nach und nach alle Zweige der chemischen Industrie aufgenommen werden sollen. — Die Bearbeitung jedes Fabrikationszweiges liegt in den Händen solcher Männer, welche durch ihre reichen wissenschaftlichen Erfahrungen, sowie durch ihre bisherigen literarischen Leistungen die sichere Bürgschaft dafür geben, daß ihre Werke das Gediegenste bieten, was auf diesem Gebiete geleistet werden kann.

Daß der von der unterzeichneten Verlagshandlung eingeschlagene Weg der Herausgabe einer chemisch-technischen Bibliothek der richtige sei, wird jetzt schon durch die ausnahmslos höchst günstigen Besprechungen der bisher erschienenen Bände der »Chemisch-technischen Bibliothek« in den verschiedensten technischen und wissenschaftlichen Blättern des In- und Auslandes verbürgt. Um den Autoren möglichst freien Spielraum in der Erfüllung ihrer Aufgabe zu geben, scheut die Verlagshandlung keine Kosten, durch reiche Illustrirung der Werke und würdige Gesammtausstattung zur Verdeutlichung ihres Inhaltes beizutragen.

Das Zusammenwirken so vieler eminenter Kräfte giebt uns die sichere Bürgschaft, daß die »Chemisch-technische Bibliothek« im Laufe der Zeit zu einer wahrhaft mustergiltigen populären Encyklopädie der chemischen Gewerbe werden wird und daß die Fabrikanten chemischer Producte aus derselben reichen Gewinn und Förderung ihres Gewerbes ziehen werden.

Mitarbeiter für unsere »Chemisch-technische Bibliothek« sind uns stets willkommen.

Möge das Unternehmen dem allgemeinen Wohle jenen Nutzen bringen, welchen wir bei der Veranstaltung desselben im Auge haben!

A. Hartleben's

Chemisch-technische Bibliothek.

In zwanglosen Bänden. — Mit vielen Illustrationen. — Jeder Band einzeln zu haben.

In eleganten Ganzleinwandbänden, pro Band 45 Kreuzer ö. W. = 80 Pf. Zuschlag.

I. Band. **Die Ausbrüche, Secte und Südweine.** Vollständige Anleitung zur Bereitung des Weines im Allgemeinen, zur Herstellung aller Gattungen Ausbrüche, Secte, spanischer, französischer, italienischer, griechischer, ungarischer, afrikanischer und asiatischer Weine und Ausbruchweine nebst einem Anhange, enthaltend die Bereitung der Strohweine, Rosinen-, Hefen-, Kunst-, Beeren- und Kernobstweine. Auf Grundlage langjähriger Erfahrungen ausführlich und leichtfaßlich geschildert von **Karl Mater.** Zweite, sehr vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 14 Abbild. 15 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 20 kr. ö. W. = 2 Mark 25 Pf.

II. Band. **Populäres Handbuch der Spiritus- und Preßhefe-Fabrikation.** Vollständige Anleitung zur Erzeugung von Spiritus und Preßhefe aus Kartoffeln, Kukuruz, Korn, Gerste, Hafer, Hirse und Melasse; mit besonderer Berücksichtigung der neuesten Erfahrungen auf diesem Gebiete. Auf Grundlage vieljähriger Erfahrung ausführlich und leichtfaßlich geschildert von **Alois Schönberg,** chem.-techn. Brennerei-Leiter. 2. vollständig umgearbeitete Aufl. Mit 23 erläut. Abbild. 18 Bog. 8. Eleg geh. 1 fl. 65 kr. ö. W. = 3 Mark.

III. Band. **Die Liqueur-Fabrikation.** Vollständige Anleitung zur Herstellung aller Gattungen von Liqueuren, Crêmes, Huiles, gewöhnlicher Liqueure, Aquavite, Fruchtbranntweine (Ratafias), des Rumes, Arracs, Cognacs, der Punsch-Essenzen und gebrannten Wässer auf warmem und kaltem Wege, sowie der zur Liqueur-Fabrikation verwendeten ätherischen Oele, Tincturen, Essenzen, aromatischen Wässer und Farbstoffe. Nebst einer großen Anzahl der besten Vorschriften zur Bereitung aller Gattungen von Liqueuren, Bitter-Liqueuren, Aquaviten, Punsch-Essenzen, Arrac, Rum und Cognac. Von **August Haber,** geprüfter Chemiker und praktischer Destillateur. Mit 12 Abbild. 2. Auflage. 26 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 50 kr. ö. W. = 4 M. 50 Pf.

IV. Band. **Die Parfumerie-Fabrikation.** Vollständige Anleitung zur Darstellung aller Taschentuch-Parfums, Riechsalze, Riechpulver, Räucherwerk, aller Mittel zur Pflege der Haut, des Mundes und der Haare, der Schminken, Haarfärbemittel und aller in der Toilettekunst verwendeten Präparate, nebst einer ausführlichen Schilderung der Riechstoffe ꝛc. ꝛc. Von Dr. chem. **George William Askinson.** Parfum-Fabrikant. Mit 15 Abbild. 23 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 50 kr. ö. W. = 4 M. 50 Pf.

V. Band. **Die Seifen-Fabrikation.** Handbuch für Praktiker. Enthaltend die vollständige Anleitung zur Darstellung aller Arten von Seifen im Kleinen wie im Fabriksbetriebe, mit besonderer Rücksichtnahme auf warme und kalte Verseifung und die Fabrikation von Luxus- und medicinischen Seifen von **Friedrich Wilkner,** Seifen-Fabrikant. Mit erläut. Abbild. 2. Aufl. 15 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. ö. W. = 3 Mark.

VI. Band. **Die Bierbrauerei und die Malzextract-Fabrikation.** Eine Darstellung aller in den verschiedenen Ländern üblichen Braumethoden zur Bereitung aller Biersorten, sowie der Fabrikation des Malz-Extracts und der daraus herzustellenden Producte. Von **Hermann Wädinger,** technischer Brauerei-Leiter. Mit 20 erläut. Abbild. 29 Bog. 8 Eleg. geh. 3 fl. 30 kr. ö. W. = 6 Mark.

VII. Band. **Die Zündwaaren-Fabrikation.** Anleitung zur Fabrikation von Zündhölzchen, Zündkerzchen, Cigarren-Zünder und Zündlunten, der Fabrikation der Zündwaaren mit Hilfe von amorphem Phosphor und gänzlich phosphorfreier Zündmassen, sowie der Fabrikation des Phosphors. Von **Jos. Freitag.** Mit 14 erläut. Abbild. 10 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 35 kr. ö. W. = 2 M. 50 Pf.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

A. Hartleben's Chemisch-technische Bibliothek.

VIII. Band. **Die Beleuchtungsstoffe und deren Fabrikation.** Eine Darstellung aller zur Beleuchtung verwendeten Materialien thierischen und pflanzlichen Ursprungs, des Petroleums, des Stearins, der Theeröle und des Paraffins. Enthaltend die Schilderung ihrer Eigenschaften, ihrer Reinigung und praktischen Prüfung in Bezug auf ihre Reinheit und Leuchtkraft, nebst einem Anhange über die Verwerthung der sehr flüssigen Kohlenwasserstoffe zur Lampenbeleuchtung und Gasbeleuchtung im Hause, in Fabriken und öffentlichen Localen. Von **Eduard Perl**, technischer Chemiker. Mit 10 Abbild. 9 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 10 kr. ö. W. = 2 Mark.

IX. Band. **Die Fabrikation der Lacke, Firnisse, Buchdrucker-Firnisse und des Siegellackes.** Handbuch für Praktiker. Enthaltend die ausführliche Beschreibung zur Darstellung aller flüchtigen (geistigen) und fetten Firnisse, Lacke und Siccative, sowie die vollständige Anleitung zur Fabrikation des Siegellackes und Siegelwachses von den feinsten bis zu den gewöhnlichen Sorten. Leichtfaßlich geschildert von **Erwin Andres**, Lack- und Firniß-Fabrikant. 2. Aufl. Mit 11 erläut. Abbild. 14 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 10 kr. ö. W. = 2 Mark.

X. Band. **Die Essig-Fabrikation.** Eine Darstellung der Essig-Fabrikation nach den ältesten und neueren Verfahrungsweisen, der Schnell-Essig-Fabrikation, der Bereitung von Eisessig und reiner Essigsäure aus Holzessig, sowie der Fabrikation des Wein-, Trestern-, Malz-, Bieressigs und der aromatisirten Essigsorten, nebst der praktischen Prüfung des Essigs. Von **Dr. Josef Persch.** Zweite, erweiterte und verbesserte Aufl. Mit 15 Abbild. 15 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. ö. W. = 3 Mark.

XI. Band. **Die Feuerwerkerei oder die Fabrikation der Feuerwerkskörper.** Eine Darstellung der gesammten Pyrotechnik, enthaltend die vorzüglichsten Vorschriften zur Anfertigung sämmtlicher Feuerwerksobjecte, als alle Arten von Leuchtfeuern, Sternen, Leuchtkugeln, Raketen, der Luft- und Wasser-Feuerwerke, sowie einen Abriß der für den Feuerwerker wichtigen Grundlehren der Chemie. Von **August Eschenbacher.** Mit 26 Abbild. 19 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 20 kr. ö. W. = 4 Mark.

XII. Band. **Die Meerschaum- und Bernsteinwaaren-Fabrikation.** Mit einem Anhange über die Erzeugung hölzerner Pfeifenköpfe. Enthaltend: die Fabrikation der Pfeifen und Cigarrenspitzen; die Verwerthung der Meerschaum- und Bernstein-Abfälle, Erzeugung von Kunstmeerschaum (Masse oder Massa), künstlichem Elfenbein, künstlicher Schmucksteine auf chemischem Wege; die zweckmäßigsten und nöthigsten Werkzeuge, Geräthschaften, Vorrichtungen und Hilfsstoffe. Ferner die Erzeugung der Oelköpfe, geflammter, gesprengelter und Ruhlaer Waare. Endlich die Erzeugung der Holzpfeifen, hierzu dienliche Holzarten, deren Färben, Beizen, Poliren u. dgl. Von **H. M. Hauser.** Mit 5 Tafeln Abbild. 10 Bog. Eleg. geh. 1 fl. 10 kr. ö. W. = 2 Mark.

XIII. Band. **Die Fabrikation der ätherischen Oele.** Anleitung zur Darstellung derselben nach den Methoden der Pressung, Destillation, Extraction, Deplacirung, Maceration und Absorption, nebst einer ausführlichen Beschreibung aller bekannten ätherischen Oele in Bezug auf ihre chemischen und physikalischen Eigenschaften und technische Verwendung, sowie der besten Verfahrungsarten zur Prüfung der ätherischen Oele auf ihre Reinheit. Von Dr. chem. **George William Askinson**, Verfasser des Werkes: Die Parfumerie-Fabrikation. Mit 24 Abbild. 14 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. ö. W. = 3 Mark.

XIV. Band. **Die Photographie oder die Anfertigung von bildlichen Darstellungen auf künstlichem Wege.** Als Lehr- und Handbuch von praktischer Seite bearbeitet und herausgegeben von **Julius Krüger.** Mit 41 Abbild. 37 Bog. 8. Eleg. geh. 4 fl. ö. W. = 7 M. 20 Pf.

XV. Band. **Die Leim- und Gelatine-Fabrikation.** Eine auf praktische Erfahrungen begründete gemeinverständliche Darstellung dieses Industriezweiges in seinem ganzen Umfange. Von **J. Dawidowsky.** Mit 7 Abbild. 9 Bog. 8. Eleg. geh. Preis 1 fl. 10 kr. ö. W. = 2 Mark.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

A. Hartleben's Chemisch-technische Bibliothek.

XXXIV. Band. **Die künstlichen Düngemittel.** Darstellung der Fabrikation des Knochen-, Horn-, Blut-, Fleisch-Mehls, der Kalidünger, des schwefelsauren Ammoniaks, der verschiedenen Arten Superphosphate, der Poudrette u. s. f., sowie Beschreibung des natürlichen Vorkommens der concentrirten Düngemittel. Ein Handbuch für Fabrikanten künstlicher Düngemittel, Landwirthe, Zucker-Fabrikanten, Gewerbetreibende und Kaufleute. Von **Dr. H. Fick.** Fabrikant chemischer Producte. Mit 16 Abbild. 16. Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 80 kr. ö. W. = 3 M. 25 Pf.

XXXV. Band. **Die Zinkogravure** oder das Aetzen in Zink zur Herstellung von Druckplatten aller Art, nebst Anleitung zum Aetzen in Kupfer, Messing, Stahl und andere Metalle. Auf Grund eigener praktischer, vieljähriger Erfahrungen bearbeitet und herausgegeben von **Julius Krüger.** 10 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 10 kr. ö. W. = 2 Mark.

XXXVI. Band **Medicinische Specialitäten.** Eine Sammlung aller bis jetzt bekannten und untersuchten medicinischen Geheimmittel mit Angabe ihrer Zusammensetzung nach den bewährtesten Chemikern. Gruppenweise zusammengestellt von **C. F. Capaun-Karlowa,** Apotheker. 18 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 35 kr. ö. W. = 2 M. 50 Pf.

XXXVII. Band. **Die Colorie der Baumwolle auf Garne und Gewebe mit besonderer Berücksichtigung der Türkischroth-Färberei.** Ein Lehr- und Handbuch für Interessenten dieser Branchen. Nach eigenen praktischen Erfahrungen zusammengestellt von **Carl Romen,** Director der Möllersdorfer Färberei, Bleicherei und Appretur. Mit 6 Abbild. 24 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 20 kr. ö. W. = 4 Mark.

XXXVIII. Band. **Die Galvanoplastik oder sichere Anleitung und ausführliche Darstellung des galvanoplastischen Verfahrens in all' seinen Theilen.** In leichtfaßlicher Weise bearbeitet von **Julius Weiß.** Mit 14 Abbild. 20 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 80 kr. ö. W. = 3 M. 25 Pf.

XXXIX. Band. **Die Weinbereitung und Kellerwirthschaft.** Populäres Handbuch für Weinproducenten, Weinhändler und Kellermeister. Gemeinverständlich dargestellt auf Grundlage der neuesten wissenschaftlichen Forschungen der berühmtesten Oenologen und eigenen langjährigen praktischen Erfahrungen von **Antonio dal Piaz.** Mit 29 Abbild. 25 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 20 kr. ö. W. = 4 Mark.

XL. Band. **Die technische Verwerthung des Steinkohlentheers,** nebst einem Anhange: Ueber die Darstellung des natürlichen Asphaltheers und Asphaltmastix aus den Asphaltsteinen und bituminösen Schiefern und Verwerthung der Nebenproducte. Von **Dr. Georg Thenius,** technischer Chemiker. Mit 20 Abbild. 12 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 35 kr. ö. W. = 2 M. 50 Pf.

XLI. Band. **Die Fabrikation der Erdfarben.** Enthaltend: Die Beschreibung aller natürlich vorkommenden Erdfarben, deren Gewinnung und Zubereitung. Handbuch für Farben-Fabrikanten, Maler, Zimmermaler, Anstreicher und Farbwaaren-Händler. Von **Dr. Jos. Versch** Mit 14 Abbild. 15 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. ö. W. = 3 Mark.

XLII. Band. **Desinfectionsmittel** oder Anleitung zur Anwendung der praktischesten und besten Desinfectionsmittel, um Wohnräume, Krankensäle, Stallungen, Transportmittel, Leichenkammern, Schlachtfelder u. s. w. zu desinficiren. Von **Wilhelm Heckenast.** 13 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 10 kr. ö. W. = 2 Mark.

XLIII. Band. **Die Heliographie** oder: Eine Anleitung zur Herstellung druckbarer Metallplatten aller Art, sowohl für Halbtöne als auch für Strich- und Kornmanier, ferner die neuesten Fortschritte im Pigmentdruck und Woodbury-Verfahren (oder Reliefdruck), nebst anderweitigen Vorschriften zur Herstellung der für die Heliographie geeigneten Negative. Mit einem Anhange: Ein Ueberblick der photomechanischen Verfahren zur Zeit der Weltausstellung in Paris 1878. Bearbeitet von **J. Husnik.** k. k. Professor in Prag. Mit 6 Illustrationen und 6 Tafeln. 14 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 50 kr. ö. W. = 4 M. 50 Pf.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

A. Hartleben's Chemisch-technische Bibliothek.

XLIV. Band. **Die Fabrikation der Anilinfarbstoffe** und aller anderen aus dem Theere darstellbaren Farbstoffe (Phenyl-, Naphtalin-, Anthracen- und Resorcin-Farbstoffe) und deren Anwendung in der Industrie. Für die Praxis bearbeitet von **Dr. Josef Persch.** Mit 15 Abbild. 34 Bog. 8. Eleg. geh. 3 fl. 60 kr. ö. W. = 6 M. 50 Pf.

XLV. Band. **Chemisch-technische Specialitäten und Geheimnisse** mit Angabe ihrer Zusammenstellung nach den bewährtesten Chemikern. Alphabetisch zusammengestellt von **C. F. Capaun-Karlowa,** Apotheker u. s. w. 14 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 35 kr. ö. W. = 2 M. 50 Pf.

XLVI. Band. **Die Woll- und Seidendruckerei in ihrem ganzen Umfange.** Ein praktisches Hand- und Lehrbuch für Druck-Fabrikanten, Färber und technische Chemiker. Enthaltend: Das Drucken der Wollen-, Halbwollen- und Halbseidenstoffe, der Wollengarne und seidenen Zeuge. Unter Berücksichtigung der neuesten Erfindungen und unter Zugrundelegung langjähriger praktischer Erfahrung. Bearbeitet von **Victor Joclét,** techn. Chemiker. Mit 54 Abbild. und 4 Tafeln. 37 Bog. 8. Eleg. geh. 3 fl. 60 kr. ö. W. = 6 M. 50 Pf.

XLVII. Band. **Die Fabrikation des Rübenzuckers.** Enthaltend: die Erzeugung des Brotzuckers, des Rohzuckers, die Herstellung von Raffinad- und Candiszucker, nebst einem Anhange über die Verwerthung der Nachproducte und Abfälle 2c. Zum Gebrauche als Lehr- und Handbuch leichtfaßlich dargestellt von **Richard v. Wagner,** Chemiker und Mitglied mehrerer technischer Vereine. Mit 21 erläut. Abbild. 14 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. ö. W. = 3 Mark.

XLVIII. Band. **Farbenlehre.** Für die praktische Anwendung in den verschiedenen Gewerben und in der Kunstindustrie bearbeitet von **Alwin von Wouwermans.** Mit 7 Abbild. und 6 Tafeln. 11 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 20 kr. ö. W. = 2 M. 25 Pf.

IL. Band. **Vollständige Anleitung zum Formen und Gießen** oder genaue Beschreibung aller in den Künsten und Gewerben dafür angewandten Materialen als: Gyps, Wachs, Schwefel, Leim, Harz, Guttapercha, Thon, Lehm, Sand und deren Behandlung behufs Darstellung von Gypsfiguren, Stuccatur, Thon-, Cement-, Steingutwaaren, sowie beim Guß von Statuen, Glocken und den in der Messing-, Zink-, Blei- und Eisengießerei vorkommenden Gegenständen. Von **Eduard Ahlenhuth.** Mit 10 Abbild. 10 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 10 kr. ö. W. = 2 Mark.

L. Band. **Die Bereitung der Schaumweine.** Mit besonderer Berücksichtigung der französischen Champagner-Fabrikation. Genaue Anweisung und Erläuterung der vollständigen rationellen Fabrikationsweise aller mousstrenden Weine und Champagner. Mit Benützung des Robinet'schen Werkes auf Grund eigener praktischer Erfahrungen und wissenschaftlicher Kenntnisse populär und allgemein faßlich dargestellt und erläutert von **A. v. Wagner.** Mit 28 Abbild. 25 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 75 kr. ö. W. = 5 Mark.

LI. Band. **Kalk und Luftmörtel.** Auftreten und Natur des Kalksteines, das Brennen desselben und seine Anwendung zu Luftmörtel. Nach gegenwärtigem Stande von Theorie und Praxis dargestellt von **Dr. Hermann Zwick.** Mit 30 Abbild. 15 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. ö. W. = 3 Mark.

LII. Band. **Die Legirungen.** Deren Darstellung, Eigenschaften und Anwendungen für industrielle und künstlerische Zwecke. Handbuch für alle Metallarbeiter. Bearbeitet von **A. Krupp.** Mit 11 Abbild. 28 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 75 kr. ö. W. = 5 Mark.

LIII. Band. **Unsere Lebensmittel.** Eine Anleitung zur Kenntniß der vorzüglichsten Nahrungs- und Genußmittel, deren Vorkommen und Beschaffenheit in gutem und schlechtem Zustande, sowie ihre Verfälschungen u. deren Erkennung. Von **C. F. Capaun-Karlowa.** 10 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 10 kr. ö. W. = 2 Mark.

LIV. Band. **Die Photokeramik, das ist die Kunst, photographische Bilder auf Porzellan, Email, Glas, Metall u. s. w. einzubrennen.** Als Lehr- und Handbuch nach eigenen Erfahrungen und mit Benützung der besten Quellen bearbeitet und herausgegeben von **Julius Krüger.** Mit 19 Abbild. 13 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 35 kr. ö. W. = 2 M. 50 Pf.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

A. Hartleben's Chemisch-technische Bibliothek.

LV. Band. **Die Harze und ihre Producte.** Deren Abstammung, Gewinnung und techn. Verwerthung. Nebst einem Anhang: Ueber die Producte der trockenen Destillation des Harzes oder Colophoniums; das Camphin, das schwere Harzöl, das Codöl, und die Bereitung von Wagenfetten, Maschinenölen ꝛc. aus den schweren Harzölen, sowie die Verwendung derselben zur Leuchtgas-Erzeugung. Ein Handbuch für Fabrikanten, Techniker, Chemiker, Droguisten, Apotheker, Wagenfett-Fabrikanten und Brauer. Nach den neuesten Forschungen und auf Grundlage langjähriger Erfahrungen zusammengestellt von **Dr. Georg Thenius.** Mit 40 Abbild. 16 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 80 kr. ö. W. = 3 M. 25 Pf.

LVI. Band. **Die Mineralsäuren.** Nebst einem Anhang: Der Chlorkalk u. die Ammoniak-Verbindungen. Darstellung der Fabrikation von schwefliger Säure, Schwefel-, Salz-, Salpeter-, Kohlen-, Arsen-, Bor-, Phosphor-, Blausaure-, Chlorkalk- und Ammoniaksalzen, deren Untersuchung und Anwendung. Ein Handbuch für Apotheker, Droguisten, Färber, Bleicher, Fabrikanten von Farben, Zucker, Papier, Düngemittel, chemischen Producten, für Glastechniker u. s. f. Von **Dr. H. Pick.** Fabriksdirector. Mit 27 Abbild. 26 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 75 kr. ö. W. = 5 Mark.

LVII. Band. **Wasser und Eis.** Eine Darstellung der Eigenschaften, Anwendung und Reinigung des Wassers für industrielle und künstliche Zwecke und der Aufbewahrung, Benützung und künstlichen Darstellung des Eises. Für Praktiker bearbeitet von **Friedrich Ritter.** Mit 35 Abbild. 21 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 20 kr. ö. W. = 4 Mark.

LVIII. Band. **Hydraulischer Kalk und Portland-Cement nach Rohmaterialien, physikalischen und chemischen Eigenschaften.** Untersuchung, Fabrikation u. Werthstellung unter besonderer Rücksicht auf den gegenwärtigen Stand der Cement-Industrie. Bearbeitet von **Dr. H. Zwick.** Mit 28 Abbild. 22 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 50 kr. ö. W = 4 M. 50 Pf.

LIX. Band. **Die Glasätzerei für Tafel- und Hohlglas, Hell- und Mattätzerei in ihrem ganzen Umfange.** Alle bis heute bekannten und viele neue Verfahren enthaltend; mit besonderer Berücksichtigung der Monumental-Glasätzerei. Leichtfaßlich dargestellt mit genauer Angabe aller erforderlichen Hilfsmittel von **J. B. Miller,** Glastechniker. Mit 16 Abbild. 8 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. ö. W. = 1 M. 80 Pf.

LX. Band. **Die explosiven Stoffe,** ihre Geschichte, Fabrikation, Eigenschaften, Prüfung u. praktische Anwendung in der Sprengtechnik. Bearbeitet nach den neuesten wissenschaftlichen Erfahrungen von **Dr. Fr. Böckmann,** techn. Chemiker. Mit 31 Abbild. 28 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 75 kr. ö. W. = 5 Mark.

LXI. Band. **Handbuch der rationellen Verwerthung, Wiedergewinnung und Verarbeitung von Abfallstoffen jeder Art.** Von **Dr. Theodor Koller.** Mit 22 Abbild. 21 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 20 kr. ö. W. = 4 Mark.

LXII. Band. **Kautschuk und Guttapercha.** Eine Darstellung der Eigenschaften u. der Verarbeitung des Kautschuks und der Guttapercha auf fabriksmäßigem Wege, die Fabrikation des vulcanisirten und gehärteten Kautschuks, der Kautschuk- und Guttapercha-Compositionen, der wasserdichten Stoffe, elastischen Gewebe u. s. w. Für die Praxis bearbeitet von **Raimund Hoffer.** Mit 8 Abbild. 17 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 80 kr. ö. W. = 3 M. 25 Pf.

LXIII. Band. **Die Kunst- und Feinwäscherei in ihrem ganzen Umfange.** Enthaltend: Die chemische Wäsche, die Fleckenreinigungskunst, Kunstwäscherei, Hauswäscherei, Appretur, die Strohhut-Bleicherei und Färberei, Handschuh-Wäscherei und Färberei ꝛc. Von **Victor Jockisch.** Mit 1 Abbild. 10 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. ö. W. = 1 M. 80 Pf.

LXIV. Band. **Grundzüge der Chemie in ihrer Anwendung auf das praktische Leben.** Für Gewerbetreibende und Industrielle im Allgemeinen, sowie für jeden Gebildeten. Bearbeitet von **Dr. Wilibald Artus,** Professor in Jena. Mit 24 Abbild. 34 Bog. Eleg. geh. 3 fl. 30 kr. ö. W. = 6 Mark.

LXV. Band. **Die Fabrikation der Emaille und das Emailliren.** Anleitung zur Darstellung aller Arten Emaille für technische und künstlerische Zwecke und zur Vornahme des Emaillirens auf praktischem Wege. Für Emaille-Fabrikanten, Gold- und Metallarbeiter und Kunst-Industrielle. Von **Paul Randau,** technischer Chemiker. Mit 8 Abbild. 15 Bog. 8 Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. ö. W. = 3 Mark.

LXVI. Band. **Die Glas-Fabrikation.** Eine übersichtliche Darstellung der gesammten Glasindustrie mit vollständiger Anleitung zur Herstellung aller Sorten von Glas und Glaswaaren. Zum Gebrauche für Glas-Fabrikanten und Gewerbetreibende aller verwandten Branchen auf Grund praktischer Erfahrungen und der neuesten Fortschritte bearbeitet von **Raimund Herner,** Glas-Fabrikant. Mit 50 Abbild 23 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 50 kr. ö. W. = 4 M. 50 Pf.

---

ir ag in Wien, Pest und Leipzig.

A. Hartleben's Chemisch-technische Bibliothek.

LXVII. Band. **Das Holz und seine Destillations-Producte. Ueber die Abstammung und das Vorkommen der verschiedenen Hölzer. Ueber Holz, Holzschleifstoff,** Holzcellulose, Holzimprägnirung und Holzconservirung, Meiler- und Retorten-Verkohlung, Holzessig und seine technische Verarbeitung, Holztheer und seine Destillations-Producte, Holztheerpech und Holzkohlen nebst einem Anhange: Ueber Gaserzeugung aus Holz. Ein Handbuch für Waldbesitzer, Forstbeamte, Lehrer, Chemiker, Techniker, und Ingenieure nach den neuesten Erfahrungen praktisch und wissenschaftlich bearbeitet von **Dr. Georg Thenius**, technischer Chemiker. Mit 32 Abbild. 24 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 50 kr. ö. W. = 4 M. 50 Pf.

LXVIII. Band. **Die Marmorirkunst.** Ein Lehr-, Hand-, und Musterbuch für Buchbindereien, Buntpapierfabriken und verwandte Geschäfte. Von **Jos. Phileas Boeck.** Mit 30 Marmorpapier-Mustern und 6 Abbild. 6 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. ö. W. = 1 M. 80 Pf.

LXIX. Band. **Die Fabrikation des Wachstuches,** des amerikanischen Ledertuches, des Wachs-Taffets, der Maler- und Zeichen-Leinwand, sowie die Fabrikation des Theertuches, der Dachpappe und die Darstellung der unverbrennlichen und gegerbten Gewebe. Den Bedürfnissen der Praktiker entsprechend geschildert von **Rudolf Eßlinger,** Fabrikant. Mit 11 Abbild. 13 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 35 kr. ö. W. = 2 M. 50 Pf.

LXX. Band. **Das Celluloid,** seine Rohmaterialien, Fabrikation, Eigenschaften und technische Verwendung. Für Celluloid- und Celluloidwaaren-Fabrikanten, für alle Celluloid verarbeitenden Gewerbe, Zahnärzte und Zahntechniker. Von **Dr. Fr. Röckmann,** technischer Chemiker. Mit 8 Abbild. 7 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. ö. W. = 1 M. 80 Pf.

LXXI. Band. **Das Ultramarin und seine Bereitung** nach dem jetzigen Stande dieser Industrie. Von **C. Fürstenau.** Mit 25 Abbild. 7 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. ö. W. = 1 M. 80 Pf.

LXXII. Band. **Petroleum und Erdwachs.** Darstellung der Gewinnung von Erdöl und Erdwachs (Ceresin), deren Verarbeitung auf Leuchtöle und Paraffin, sowie aller anderen aus denselben zu gewinnenden Producte, und einem Anhang, betreffend die Fabrikation von Photogen, Solaröl und Paraffin aus Braunkohlentheer. Mit besonderer Rücksichtnahme auf die aus Petroleum dargestellten Leuchtöle, deren Aufbewahrung und technische Prüfung. Von **Arthur Burgmann,** Chemiker. Mit 12 Abbild. 16 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 80 kr. = 3 M. 25 Pf.

LXXIII. Band. **Das Löthen und die Bearbeitung der Metalle.** Eine Darstellung aller Arten von Loth, Löthmitteln und Löthapparaten, sowie der Behandlung der Metalle während der Bearbeitung. Handbuch für Praktiker. Nach eigenen Erfahrungen bearbeitet von **Edmund Schlosser.** Mit 21 Abbild. 15 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. ö. W. = 3 M.

LXXIV. Band. **Die Gasbeleuchtung im Haus und die Selbsthilfe des Gas-Consumenten.** Praktische Anleitung zur Herstellung zweckmäßiger Gasbeleuchtungen, mit Angabe der Mittel, eine möglichst große Gas-Ersparniß zu erzielen. Zur Belehrung für Gasconsumenten, Gas-Installateure ꝛc. Von **A. Müller.** Mit 84 Abbild. 11 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 10 kr. ö. W. = 2 M.

LXXV. Band. **Die Untersuchung der im Handel und Gewerbe gebräuchlichsten Stoffe** einschließlich der Nahrungsmittel. Ein Handbuch für Handel- und Gewerbetreibende jeder Art, für Apotheker, Photographen, Landwirthe, Medicinal- und Zollbeamte. Gemeinverständlich dargestellt von **Dr. H. Pick.** Mit 16 Abbild 24 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 50 kr. ö. W. = 4 M. 50 Pf.

LXXVI. Band. **Das Verzinnen, Verzinken, Vernickeln, Verstählen** und das Ueberziehen von Metallen mit anderen Metallen überhaupt. Eine Darstellung praktischer Methoden zur Anfertigung aller Metallüberzüge aus Zinn, Zink, Blei, Kupfer, Silber, Gold, Platin, Nickel, Kobalt und Stahl, sowie der Patinas der oxydirten Metalle und der Bronzirungen. Handbuch für Metallarbeiter und Kunst-Industrielle. Von **Friedrich Hartmann.** Mit 3 Abbild. 16 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. ö. W. = 3 Mark.

LXXVII. Band. **Kurzgefaßte Chemie der Rübensaft-Reinigung.** Zum Gebrauche für praktische Zucker-Fabrikanten. Von **W. Sykora** und **F. Schiller.** 19 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 80 kr. ö. W. = 3 M. 25 Pf.

LXXVIII. Band. **Die Mineral-Malerei.** Neues Verfahren zur Herstellung witterungsbeständiger Wandgemälde. Technisch-wissenschaftliche Anleitung von **A. Keim.** 6 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. ö. W. = 1 M. 80 Pf.

LXXIX. Band. **Die Chocolade-Fabrikation.** Eine Darstellung der verschiedenen Verfahren zur Anfertigung aller Sorten gewöhnlicher und Luxus-Chocoladen, der hierbei in Anwendung kommenden Materialien und Beschreibung der zur Bearbeitung der Chocolademasse in Verwendung kommenden Maschinen. Nach dem neuesten Stande der Technik geschildert von **Ernst Saldau.** Mit 34 Abbild. 16 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 80 kr. ö. W. = 3 M. 25 Pf.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

Eiſen und Eiſenwaaren.

Praktiſche Anleitung

zur Kenntniß der

Darſtellungs-Methoden und Eigenſchaften

von

Eiſen, Stahl und Waaren aus beiden.

I. Theil:

Die Darſtellung

des

Eiſens und der Eiſenfabrikate.

Mit 73 Abbildungen.

Wien. Peſt. Leipzig.

A. Hartleben's Verlag

1881.

Alle Rechte vorbehalten.

Keep this book clean.

Do not turn down the leaves

If injured, a fine will be required

NEW YORK FREE CIRCULATING LIBRARY

Jackson Square Branch, 251 W. 13th St.

Any resident of the city of New York, over twelve years of age, bringing proper reference, may take out a book.

One volume can be had at a time for home use, and this volume must always be returned with the applicant's library card, within such hours as the rules prescribe.

No book shall be kept out more than two weeks—for every day beyond this a fine of one cent for each day is incurred. Books not returned will be sent for AT THE COST OF THE BORROWER, who can not take another book until all charges are paid.

Any book may be renewed ONCE for an additional two weeks if application is made before the date of return.

The library hours, for the delivery and return of books, are from 9 A. M. to 9 P. M. on week days. On Sunday, from 4 P. M. to 9 P. M.

☞ Borrowers finding this book pencil-marked, written upon, mutilated or unwarrantably defaced, are expected to report it to the librarian.

JAN 2 1914